

# DB4201

武汉市地方标准

DB4201/T 725—2024

## 武汉市排水检查井非开挖修复 技术规程

Code of practice for trenchless rehabilitation of drainage manholes  
in Wuhan

2024 - 12 - 26 发布

2025 - 01 - 26 实施

武汉市市场监督管理局 发布



目 次

前言 ..... III

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义、符号 ..... 2

    3.1 术语和定义 ..... 2

    3.2 符号 ..... 4

4 基本规定 ..... 5

5 检测及评估 ..... 5

    5.1 检查井检测 ..... 5

    5.2 检查井评估 ..... 6

6 设计 ..... 7

    6.1 一般规定 ..... 7

    6.2 喷涂法 ..... 8

    6.3 喷筑法 ..... 8

    6.4 原位固化法 ..... 9

    6.5 模筑法 ..... 11

    6.6 预制井法 ..... 15

    6.7 原位更换法 ..... 15

    6.8 修复方法选择 ..... 16

    6.9 内衬管壁厚设计 ..... 19

7 预处理 ..... 20

    7.1 一般规定 ..... 20

    7.2 检查井清洗 ..... 20

    7.3 封堵及导流 ..... 21

    7.4 土体注浆 ..... 21

    7.5 裂缝嵌补 ..... 21

    7.6 内壁处理 ..... 22

8 施工 ..... 22

    8.1 一般规定 ..... 22

    8.2 喷涂法 ..... 23

    8.3 喷筑法 ..... 23

    8.4 原位固化法 ..... 24

    8.5 模筑法 ..... 26

    8.6 预制井法 ..... 28

    8.7 原位更换法 ..... 28

9 验收 ..... 29

9.1 一般规定..... 29

9.2 喷涂法..... 30

9.3 喷筑法..... 30

9.4 原位固化法..... 31

9.5 模筑法..... 32

9.6 预制井法..... 33

9.7 原位更换法..... 34

9.8 密闭性试验..... 34

10 安全与环境保护..... 35

附录 A（规范性）检查井内衬设计计算方法 ..... 37

附录 B（资料性）检查井预处理检查表 ..... 39

条文说明..... 40

# 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由武汉市水务局提出并归口。

本文件起草单位：武汉设计咨询集团有限公司、武汉市水务科学研究院（武汉市水土保持监测站）、长江勘测规划设计研究有限责任公司。

本文件主要起草人：王宏彦、李敏、曾聪、黄晓敏、金桥。

本文件实施应用中的疑问，可咨询武汉市水务局排水处，联系电话：027-82831051，对本文件的有关修改意见建议可反馈至武汉设计咨询集团有限公司（地址：武汉市江岸区胜利街275号，邮编：430014，邮箱：540854078@qq.com）。



# 武汉市排水检查井非开挖修复技术规程

## 1 范围

本文件规定了武汉市排水检查井非开挖修复工程所涉的检测、评估、预处理、设计、施工及质量检验、工程验收以及安全及环境保护等方面相关内容。

本文件适用于武汉市行政区划范围内的城市排水检查井非开挖修复工程的设计、施工与验收等。

武汉市城市排水检查井非开挖修复工程除执行本文件的规定外，尚应符合国家、行业及本市现行有关标准文件的规定。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 176 水泥化学分析方法

GB/T 1033.1 塑料 非泡沫塑料密度的测定 第1部分 浸渍法、液体比重瓶法和滴定法

GB/T 1034 塑料 吸水性的测定

GB/T 1040.2 塑料 拉伸性能的测定 第2部分：模塑和挤塑塑料的试验条件

GB/T 1346 水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法

GB/T 1634 塑料负荷变形温度的测定

GB/T 1728 漆膜、腻子膜干燥时间测定法

GB/T 2567 树脂浇铸体性能试验方法

GB/T 2895 塑料 聚酯树脂 部分酸值和总酸值的测定

GB/T 3682.1 塑料 热塑性塑料熔体质量流动速率（MFR）和熔体体积流动速率（MVR）的测定 第1部分：标准方法

GB/T 3854 增强塑料巴柯尔硬度试验方法

GB/T 3857 玻璃纤维增强热固性塑料耐化学介质性能试验方法

GB/T 5210 色漆和清漆 拉开法附着力试验

GB/T 7122 高强度胶粘剂剥离强度的测定 浮辊法

GB/T 7193 不饱和聚酯树脂试验方法

GB/T 8806 塑料管道系统 塑料部件 尺寸的测定

GB 8076 混凝土外加剂

GB/T 8077 混凝土外加剂匀质性试验方法

GB 9274 色漆和清漆 耐液体介质的测定

GB/T 9341 塑料 弯曲性能的测定

GB/T 9345.1 塑料 灰分的测定 第1部分：通用方法

GB/T 11547 塑料 耐液体化学试剂性能的测定

GB/T 17671 水泥胶砂强度检验方法（ISO法）

GB/T 18173.1 高分子防水材料 第1部分 片材

GB/T 19466.6 塑料 差示扫描量热法（DSC） 第6部分：氧化诱导时间（等温OIT）和氧化诱导温度（动态OIT）的测定

GB 26148 高压水射流清洗作业安全规范

GB/T 29756 干混砂浆物理性能试验方法

GB/T 41048 城镇排水用塑料检查井技术要求

GB 50010 混凝土结构设计规范

GB/T 50082 普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准

GB 50119 混凝土外加剂应用技术规范

GB 50141 给水排水构筑物工程施工及验收规范

GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范

GB 50268 给水排水管道工程施工及验收规范

GB 50367 混凝土结构加固设计规范

GB/T 50448 水泥基灌浆材料应用技术规范

GB 50550 建筑结构加固工程施工质量验收规范

CJJ 6 城镇排水管道维护安全技术规程

CJJ 68 城镇排水管渠与泵站运行、维护及安全技术规程

CJJ 143 埋地塑料排水管道工程技术规范

CJJ 181 城镇排水管道检测与评估技术规程

CJJ/T 210 城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程

JC/T 2327 水性聚氨酯地坪

JGJ 55 普通混凝土配合比设计规程

JGJ 63 混凝土用水标准

JGJ/T 70 建筑砂浆基本性能试验方法标准

JTG/T 3650 公路桥涵施工技术规范

DB42/T 1652-2021 市政管线检查井技术规程

T/CECS 203 自密实混凝土应用技术规程

T/CECS 717 城镇排水管道非开挖修复工程施工及验收规程

### 3 术语和定义、符号

#### 3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

##### 3.1.1

**排水检查井** manhole

重力流排（雨、污）水管网中连接上下游管道并供养护工人检查、维护或进入管内的构筑物，简称检查井，主要组件包括井盖、井座、井室、井底，部分也可包括井筒、流槽、踏步和防坠设施等。

##### 3.1.2

**井盖** manhole cover

检查井顶部遮挡人孔的部件，放置于井座上。

##### 3.1.3

**井座** manhole seat

固定于检查井井口的部分，用于安装井盖。

## 3.1.4

**井筒 shaft**

检查井口下部至井室上部的一段圆柱形构件。

## 3.1.5

**井室 manhole chamber**

检查井井筒下方用于连接排水管道的空间。

## 3.1.6

**流槽 spout**

为优化水流经检查井时转角或接口处的流态而在井底设置的槽型构件。

## 3.1.7

**井底 manhole bottom**

检查井井室的底部构件。

## 3.1.8

**检查井非开挖修复 Manhole trenchless rehabilitation**

采用不开挖或微开挖方式对检查井进行更新和更换的技术与方法。

## 3.1.9

**检查井更新 Manhole renewal**

采用不开挖或微开挖方式恢复或提升既有检查井功能与结构强度的技术与方法。

## 3.1.10

**检查井更换 Manhole replacement**

现场挖除严重病害的原有检查井后采用现场制井或采用钢筋混凝土模块、球墨铸铁、塑料等成品检查井进行更换的技术和方法。

## 3.1.11

**预处理 Pretreatment**

为了满足非开挖修复实施要求而提前对管道或检查井内部进行的处理工艺。

## 3.1.12

**聚合物基材料喷涂法 lining with sprayed polymer**

通过压力喷射方式将聚合物基材料均匀覆盖在待修复检查井内表面形成内衬的修复方法。

## 3.1.13

**水泥基材料 cementitious material**

以水泥等无机物为主要胶凝材料，含增强纤维、石英砂骨料及其它增效添加剂在工厂通过专用生产机械混合并统一包装的非开挖修复材料。

## 3.1.14

**水泥基材料喷筑法 lining with sprayed cementitious material**

通过离心或压力喷射方式将水泥基材料均匀覆盖在待修复检查井内表面形成有一定厚度内衬的修复方法。

## 3.1.15

**无机防腐砂浆喷涂法 lining with sprayed inorganic anticorrosive mortar**

通过离心或压力喷射方式将无机防腐砂浆喷涂至井壁后固化形成内衬的修复方法。

## 3.1.16

**热水原位固化法 hot water cured-in-place method**

将浸渍有热固性树脂的内衬材料置入检查井内并与井壁紧密贴合后，通过热水循环加热使其固化形成检查井内衬的修复方法。

3.1.17

**紫外光贴片内衬法 UV cured-in-place method**

将浸渍光固性树脂贴片置入检查井内并与井壁紧密粘合后,通过紫外光照射使其固化形成内衬的修复方法。

3.1.18

**模块拼装内衬法 lining with splice segments**

将模块型材在检查井内通过螺栓拼装形成内衬,并对内衬与井壁之间的缝隙进行注浆填充的修复方法。

3.1.19

**垫衬法 lining with PE segments**

将带锚固件的塑料垫衬通过热熔焊接形成井内衬,安装在原有检查井内,并对内衬与井壁之间的缝隙进行注浆填充的修复方法。

3.1.20

**再生料 reclaimed materials**

通过产品回收加工过程之后可以再次使用的塑料颗粒。

3.1.21

**水泥基聚合物模筑法 lining with grouted polymer modified cementitious material**

采用高压泵送工艺将聚合物改性的水泥基流态防腐材料压注到密闭模腔内(需要在腔内设置加强纤维或钢筋网片),凝固后拆模,形成光滑实体结构,达到对井室进行结构加固的修复方法。

3.1.22

**预制内衬井修复法 Prefabricated Chamber-in-Chamber replacement method**

通过对原井的三维数据扫描,在工厂定制PP塑料井,现场拆除原井顶盖,用PP塑料预制井内衬套入原井内,并对内衬与原井壁之间的缝隙进行注浆填充的修复方法。

3.1.23

**原位更换法 replacement in Place Chamber**

即现场拆除原有检查井后采用现场制井法或采用钢筋混凝土模块、球墨铸铁、塑料等成品检查井进行原位更换的技术工法。

3.1.24

**现场制井法 Chamber fabricating on site**

原位更换法中的一种工法,即现场拆除原有检查井后原位采用砖砌筑、钢筋混凝土现浇等方法制作新检查井的更新技术工法。

3.2 符号

下列符号适用于本文件。

|       |          |
|-------|----------|
| $q'$  | 外部压力     |
| $t$   | 内衬平均厚度   |
| $E_s$ | 内衬材料杨氏模量 |
| $r$   | 内衬的平均半径  |
| $L$   | 内衬有效长度   |
| $\nu$ | 内衬材料泊松比  |
| $F_s$ | 安全系数     |

$Q_s$  允许渗水量

$D_j$  试验检查井连出最小管道内径

## 4 基本规定

- 4.1 检查井非开挖修复工程应根据检查井的检测与评估结果进行设计、施工。
- 4.2 检查井修复后的使用年限应不低于原有排水管网系统的剩余设计年限。
- 4.3 非开挖修复工程所用的材料和构（配）件应具有质量合格证书、性能检测报告、使用说明书等。
- 4.4 检查井修复前应进行预处理，检查井修复时应根据实际采取其他相关保障措施。
- 4.5 检查井非开挖修复作业应采取交通疏导措施。
- 4.6 检查井非开挖修复工程施工时，应按 CJJ 6 的有关规定执行。
- 4.7 当施工需进行局部开挖时，开挖前应取得相关部门的批准；当施工需要采用工作坑时，工作坑的设计应符合国家及武汉市相关规定进行支护设计。
- 4.8 排水检查井非开挖修复工程完成后，应按设计要求对检查井与管道的接口处进行处理。
- 4.9 检查井非开挖修复工程施工中所产生的污物、噪音及振动应符合国家和武汉市现行相关环境保护的法律、法规的规定。

## 5 检测及评估

### 5.1 检查井检测

- 5.1.1 检查井修复前，应对原有检查井缺陷进行检测与评估。
- 5.1.2 检查井检测前应查询原设计图纸，详细调查检查井的平面尺寸、埋设深度、井底高程、结构形式以及承载能力等基本情况。
- 5.1.3 检查井检测前应采取必要的通风以及有毒有害气体的检测措施，同时应有足够的照明措施，检测前进行井壁的清洗以满足检测的相关要求。
- 5.1.4 从事排水检查井检测与评估的现场作业人员及其所在检测单位，应具备相应的职业资格和资质要求，如需入井检测时，应严格按照有限空间作业要求进行实施。
- 5.1.5 检查井检测应采用地面巡视和开井检测相结合的方法。
- 5.1.6 地面巡检除满足排水井巡检的相关要求外，还应包括下列内容：
  - a) 检查井井体及井盖材料；
  - b) 检查井盖突出路面高度；
  - c) 检查井井盖倾斜或者塌陷的程度；
  - d) 检查井井盖破损程度；
  - e) 检查井井圈周围路面开裂、脱落及下沉等的程度。
- 5.1.7 开井检测除满足排水井巡检的相关要求外，还应包括下列内容：
  - a) 采用开井检测时，有落地沉防坠网完好程度；
  - b) 检查井内水位水流情况；
  - c) 检查井内垃圾堵塞情况；
  - d) 调查支管接入情况；
  - e) 井壁渗漏情况。
- 5.1.8 砂的检查井水位不应大于 500mm；无落地沉砂的检查井水位不应大于 100mm，修复前应将井内水位降至以上规定值。

- 5.1.9 检查井内可视度无法满足目视观察时，宜采用管道潜望镜(QV)进行检测，并应符合下列规定：
- a) 检测设备应具备照明功能，检测范围应能覆盖从井口到达井底，并满足光线要求；
  - b) 主控制器应具有同步显示日期、时间、井号等信息功能；
  - c) 录制的影像资料应能在计算机上进行存储、回放和截图等操作；
  - d) 当发现缺陷时，所有动作都应停止，并在静止状况下拍摄，保持连续拍摄时间不应少于 5s；
  - e) 潜望镜检测设备主要指标应符合 CJJ 181 的有关规定。

5.2 检查井评估

- 5.2.1 检查井应分别进行井座、井筒、井室和管道接口的评估。
- 5.2.2 检查井井座评估可采用外观评测初步评估检查井的损坏程度。
- 5.2.3 检查井井筒和井室评估前应先对检查井进行检测后再判定缺陷类型及等级。检查井非开挖修复的结构性缺陷名称及等级划分应符合表 1 的规定，功能性缺陷的名称及等级划分应符合表 2 的规定。

表 1 检查井结构性缺陷名称及等级划分

| 缺陷名称 | 定义                 | 缺陷等级 | 缺陷描述                       |
|------|--------------------|------|----------------------------|
| 破裂   | 因外力作用造成井体结构发生破坏    | 1    | 裂痕：抹面砂浆完好，可见少量细裂纹          |
|      |                    | 2    | 裂口：破裂处已形成明显间隙，抹面砂浆少量脱落     |
|      |                    | 3    | 破裂：多处裂口，抹面砂浆脱落、主体材料稳定      |
|      |                    | 4    | 坍塌：大量破裂，井壁主体材料大面积缺失        |
| 腐蚀   | 井室或井筒材料因侵蚀而发生脱落或退化 | 1    | 轻度：表面形成凹凸面，抹面材料未见剥落        |
|      |                    | 2    | 中度：抹面材料脱落，但主体结构材料未见剥落      |
|      |                    | 3    | 重度：抹面材料脱落或混凝土井壁腐蚀深度超过 25mm |
| 渗漏   | 井外水透过井壁进入井内        | 1    | 轻度：3 处以内的渗漏点               |
|      |                    | 2    | 中度：井壁面积15%以内区域渗漏           |
|      |                    | 3    | 重度：井壁面积15%以上区域渗漏           |
| 脱开   | 井室或井筒沿深度方向开裂断成若干节  | 1    | 轻度：脱开距离为小于20mm             |
|      |                    | 2    | 中度：脱开距离为20~50mm            |
|      |                    | 3    | 重度：脱开距离大于50mm              |
| 错口   | 井室或井筒结构沿水平方向错开     | 1    | 轻度：错口距离为小于50mm             |
|      |                    | 2    | 中度：错口距离为50~100mm           |
|      |                    | 3    | 重度：产生空间距离大于100mm           |
| 井体下沉 | 井体在高程上发生整体下沉       | 1    | 轻度：井体整体下沉距离小于20mm          |
|      |                    | 2    | 中度：井体整体下沉距离为20~50mm        |
|      |                    | 3    | 重度：井体整体下沉距离大于50mm          |

表 2 检查井功能性缺陷名称及等级划分

| 缺陷名称 | 定义        | 缺陷等级 | 缺陷描述                |
|------|-----------|------|---------------------|
| 沉积   | 杂质在井底沉淀淤积 | 1    | 轻度：流槽内少量沉积          |
|      |           | 2    | 中度：淤积物高度超过流槽深度的一半   |
|      |           | 3    | 重度：淤积物高度与流槽上部平齐     |
|      |           | 4    | 堵塞：大量沉积，将连接检查井的管口堵死 |

表 2 检查井功能性缺陷名称及等级划分（续）

| 缺陷名称 | 定义        | 缺陷等级 | 缺陷描述                   |
|------|-----------|------|------------------------|
| 浮渣   | 漂浮在井内的外来物 | 1    | 少量漂浮物，管口露出时可进入管道冲走     |
|      |           | 2    | 大量漂浮物，管口露出时可进入管道冲走     |
|      |           | 3    | 大量漂浮物，管口露出时仅一部分能进入管道冲走 |

5.2.4 检查井检测与评估报告应包括下列内容：

- a) 任务及检查井概况，包括任务来源、检测和评估的目的和要求、检查井的平面位置、井内水位及流速记录、地质条件、检测时的气象和环境、检测日期、主要参与人员的基本情况、实际完成的工作量；
- b) 检查井的类别、形状、尺寸、材质、缺陷名称及缺陷等级；
- c) 井内水位、流速记录，并附剖面图示意地面标高、各结构位置、水位、进出管道接口和缺陷位置；
- d) 现场作业和检查井评估的标准依据、采用的仪器和技术方法，以及其他应说明的问题及处理措施。
- e) 检查井检测和评估报告还应满足 DB42/T 1652-2021 的相关要求。

6 设计

6.1 一般规定

- 6.1.1 当检查井井座出现损坏时，宜拆除并安装新井座；当出现轻微表面脱落或腐蚀时，可采用水泥砂浆抹面进行修复。
- 6.1.2 当检查井出现下沉，应对检查井基础进行加固，并对已探明的井外空洞应进行填充；若需要修复井内爬梯，则应在内衬施工前完成。
- 6.1.3 检查井发生位移、变形、结构破坏应进行预处理设计。
- 6.1.4 检查井内衬修复设计应符合以下要求：
  - a) 检查井有明显漏水时，应进行止水或堵水设计；
  - b) 修复后检查井结构应能满足承载力、稳定性、防渗、防腐及尺寸等方面的要求；
  - c) 检查井水泥基内衬最小厚度不宜小于 15mm，当有闭水要求时，内衬厚度不应小于 20mm；
  - d) 矩形检查井或结构壁较差的圬工检查井进行结构性修复时，内衬中应添加钢筋（或其它抗拉材料）提高内衬抗弯性能；
  - e) 接近路面的井圈部分应结合检查井周边加固设计进行修复处理。
- 6.1.5 非开挖修复工程所用原材料、半成品或成品的质量应符合国家现行相关标准规定和设计要求，并应有质量合格证书、性能检测报告和使用说明书。
- 6.1.6 检查井非开挖修复工程使用的原材料、内衬及设备应验收合格后方可使用。
- 6.1.7 检查井非开挖修复工程所用内衬及型材应有清晰的标识。
- 6.1.8 同一个检查井内的修复材料宜采用同一生产厂家同一批次的材料。
- 6.1.9 检查井修复用型材不得有裂缝、孔洞、划伤、夹杂物、气泡或变形等缺陷。
- 6.1.10 材料的运输和贮存应符合下列规定：
  - a) 塑料内衬或型材的运输和贮存应符合 CJJ 143 的要求；
  - b) 紫外光原位固化法修复材料在储存和运输过程中应保证避光；热水原位固化法修复材料在储存和运输过程中应避光冷藏运输，避免接触热源；

- c) 水泥基聚合物模筑修复材料在运输与贮存时不应受潮和混入杂物，不同型号和等级的水泥基聚合物模筑修复材料在贮运中应避免混杂。

6.1.11 污水管道系统及合流管道系统的检查井应采用耐腐蚀材料进行非开挖修复。

## 6.2 喷涂法

6.2.1 聚合物基喷涂材料应满足下列要求：

- 应保证材料的均匀性，喷涂过程中应保持一定的流动性，不得出现硬化、结块现象；
- 可在潮湿表面使用；每次正式喷涂前，应在施工现场先喷涂一块 200mm×200mm 且厚度不低于 3mm 的样块，由现场技术人员初步判断，确认达到喷涂质量后方可正式施工，并保留样块；
- 添加材料至喷涂机料筒过程中，操作人员应佩戴防护用品，避免与材料直接接触。

6.2.2 聚合物基喷涂材料性能应符合表 3 的规定。

表 3 聚合物基喷涂材料性能

| 项目        |                            | 性能要求         | 检验方法        |
|-----------|----------------------------|--------------|-------------|
| 表干时间（s）   |                            | ≤60          | GB/T 1728   |
| 实干时间（min） |                            | ≤5           |             |
| 抗拉强度（MPa） |                            | ≥30          | GB/T 1040.2 |
| 弯曲强度（MPa） |                            | ≥60          | GB/T 9341   |
| 弯曲模量（MPa） |                            | ≥3000        | GB/T 9341   |
| 拉伸粘结强度    | 与混凝土基体（MPa）                | ≥1.0或试验时基体破坏 | GB/T 7122   |
|           | 与金属基体（MPa）                 | ≥1.0         |             |
|           | 与 UV、热水固化内衬管基体（MPa）        | ≥1.0         |             |
| 拉伸粘结强度    | 耐 5%硫酸液腐蚀，24h              | 无起泡、无剥落、无裂纹  | JC/T 2327   |
|           | 耐 10%柠檬酸；10%乳酸；10%醋酸腐蚀，48h | 无起泡、无剥落、无裂纹  |             |

## 6.3 喷筑法

6.3.1 水泥基喷涂材料应符合下列规定：

- 喷涂材料的主要胶凝材料应为水泥，并含增强纤维、细骨料及改性添加剂；
- 材料应在现场按照材料使用说明书与适量的清水搅拌后使用；
- 搅拌后的浆料应适宜泵送和喷筑；
- 可在潮湿表面使用；
- 水泥基内衬浆料制备用水应符合 JGJ 63 的有关规定。

6.3.2 水泥基喷涂材料性能应符合表 4 的规定。

表 4 水泥基喷涂材料性能

| 项目        |      | 性能要求 | 检验方法       |
|-----------|------|------|------------|
| 凝结时间（min） | 初凝   | ≥45  | GB/T 1346  |
|           | 终凝   | ≤360 |            |
| 抗压强度（MPa） | 24 h | ≥25  | GB/T 17671 |
|           | 28 d | ≥65  |            |

表 4 水泥基喷涂材料性能（续）

| 项目                         |      | 性能要求        | 检验方法       |
|----------------------------|------|-------------|------------|
| 抗折强度（MPa）                  | 24 h | ≥3.5        | GB/T 17671 |
|                            | 28 d | ≥9.5        |            |
| 抗渗性能（MPa）                  | 28 d | ≥1.5        | JGJ/T 70   |
| 耐 5%硫酸液腐蚀，24h              |      | 无起泡、无剥落、无裂纹 |            |
| 耐 10%柠檬酸；10%乳酸；10%醋酸腐蚀，48h |      | 无起泡、无剥落、无裂纹 |            |

6.3.3 无机防腐砂浆的性能应符合表 5 的规定。

表 5 无机防腐砂浆的性能要求

| 项目                                 |      | 性能要求        |          | 检验方法       |
|------------------------------------|------|-------------|----------|------------|
|                                    |      | I 型-普通型     | II 型-高强型 |            |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> （%） |      | ≥15         | ≥35      | GB/T 176   |
| SO <sub>3</sub> （%）                |      | ≤0.5        | ≤0.5     | GB/T 176   |
| 有机物含量（%）                           |      | ≤2          | ≤2       | GB/T 29756 |
| 凝结时间（min）                          | 初凝   | ≥45         | ≥45      | JC/T 70    |
|                                    | 终凝   | ≤360        | ≤360     |            |
| 抗压强度（MPa）                          | 12 h | ≥8.0        | ≥20.0    | GB/T 17671 |
|                                    | 1 d  | ≥15.0       | ≥30.0    |            |
|                                    | 28 d | ≥30.0       | ≥50.0    |            |
| 抗折强度（MPa）                          | 1 d  | ≥2.5        | ≥4.0     | GB/T 17671 |
|                                    | 28 d | ≥4.0        | ≥8.0     |            |
| 拉伸粘结强度，湿养（MPa）                     | 28 d | ≥1.0        | ≥1.5     | GB/T 29756 |
| 抗渗压力（MPa）                          | 28 d | ≥1.5        | ≥1.5     | JGJ/T 70   |
| 耐 5%硫酸腐蚀，点滴法，24h                   |      | 无起泡、无剥落、无裂纹 |          | GB 9274    |
| 耐 10%柠檬酸、10%乳酸、10%醋酸腐蚀，48h         |      | 无起泡、无剥落、无裂纹 |          | JC/T 2327  |

注：当需要快速恢复通水时可协商仅进行 12h 抗压强度测试。

6.4 原位固化法

6.4.1 井内衬可由单层或多层聚酯纤维毡或同等性能的材料组成，并应与所用树脂相容，且能承受施工的拉力和固化温度。

6.4.2 井内衬应符合下列规定：

- a) 井内衬的外表面应包覆一层与所采用的树脂兼容的非渗透性塑料膜；
- b) 多层井内衬各层的接缝应错开，接缝连接应牢固；
- c) 井内衬的直径应为待修复检查井直径 85%~97%；
- d) 井内衬应满足后续浸渍等加工及修复施工要求；
- e) 井内衬展开固化后应与待修复检查井的内壁紧密贴合。

6.4.3 井内衬浸渍树脂应符合下列规定：

- a) 树脂应根据修复工艺要求采用长期耐腐蚀和耐湿热老化的热固性树脂，可采用不饱和聚酯树脂、乙烯基酯树脂或环氧树脂，树脂的主要性能应符合表 6 的规定，树脂等级划分和试验方法应符合表 7 的规定；

表 6 原位固化法专用树脂系统浇筑体性能

| 项目          | 性能要求  |       |       | 测试方法      |
|-------------|-------|-------|-------|-----------|
|             | 间苯    | 乙烯基苯  | 环氧树脂  |           |
| 弯曲模量 (MPa)  | ≥3000 | ≥3000 | ≥3000 | GB/T 2567 |
| 弯曲强度 (MPa)  | ≥90   | ≥100  | ≥100  |           |
| 拉伸模量 (MPa)  | ≥3000 | ≥3000 | ≥3000 |           |
| 拉伸强度 (MPa)  | ≥60   | ≥80   | ≥80   |           |
| 拉伸断裂延伸率 (%) | ≥2    | ≥4    | ≥4    |           |
| 热变形温度 (℃)   | ≥88   | ≥93   | ≥85   | GB/T 1634 |

表 7 原位固化法热固性树脂等级划分和测试方法

| 项目                                                                                    | 性能要求 |         | 测试方法      |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-----------|
| 化合物溶液                                                                                 | 等级1  | 等级2/等级3 | GB/T 3857 |
| 硝酸，浓度 1.0%                                                                            | 耐    | 耐       |           |
| 硫酸，浓度 5.0%                                                                            | 耐    | 耐       |           |
| 燃料油，浓度 100%                                                                           | 耐    | 耐       |           |
| 蔬菜油(棉籽油、谷物油或矿物油)，浓度100%                                                               | 耐    | 耐       |           |
| 洗涤剂，浓度 0.1%                                                                           | 耐    | 耐       |           |
| 肥皂水，浓度 0.1%                                                                           | 耐    | 耐       | GB/T 2567 |
| 氢氧化钠，浓度 0.5%                                                                          | 不耐   | 耐       |           |
| 注 1：等级 1 为热固性不饱和聚酯树脂，等级 2 为热固性不饱和聚酯树脂以及乙烯基酯树脂，等级 3 为热固性环氧树脂。                          |      |         |           |
| 注 2：按照 GB/T 3857 中的规定，加温至 60℃条件下，28 天龄期的弯曲强度保留率与弯曲模量保留率的平均值大于 70%，同时样品外观无劣化视为耐，否则为不耐。 |      |         |           |

- b) 热固性树脂的固化应根据产品使用说明要求的固化温度-时间曲线进行控制；
- c) 浸渍井内衬前，应计算树脂用量，树脂的各种成分应进行充分混合，实际用量应比理论用量多 5%~15%；
- d) 树脂和固化体系经充分混合后应立即进行浸渍，浸渍时树脂的温度宜为 15℃~30℃，树脂浸渍时的环境湿度宜小于 80%，浸渍后软管的环境温度应为-5℃~20℃，其储藏的适用期应短于产品生产企业提供的参数；
- e) 井内衬应在抽成真空状态下充分浸渍树脂，并不得出现干斑；
- f) 湿软管应根据气温和运输距离等情况确定保存和运输方法，宜存储在不高于 20℃的环境中，运输过程中宜全程保温密封运输。
- 6.4.4 热水原位固化法应采用不含玻璃纤维原位固化法井内衬，其短期力学性能要求应符合表 8 的规定。

表 8 不含玻璃纤维的井内衬的短期力学性能要求

| 项目        | 要求    | 试验方法        |
|-----------|-------|-------------|
| 弯曲强度（MPa） | ≥31   | GB/T 9341   |
| 弯曲模量（MPa） | ≥1724 |             |
| 抗拉强度（MPa） | ≥21   | GB/T 1040.2 |

- 6.4.5 紫外光贴片内衬用底涂材料应符合下列规定：
- a) 底涂树脂采用专用改性乙烯基酯树脂，应具有高韧性与乙烯基酯树脂的物理化学性能；
  - b) 底涂树脂为紫外光固化底涂，必须满足快速固化，快速粘接的要求；
  - c) 底涂树脂的耐腐蚀性能应不低于双酚 A 型环氧乙烯基酯树脂；
  - d) 针对混凝土、钢铁等不同基材分别对应不同种类的贴片底涂，实现对基材的有效粘接；
  - e) 贴片底涂树脂应满足表 9 性能指标要求。

表 9 紫外光贴片内衬法贴片底涂树脂性能指标要求

| 项目             | 性能要求     | 测试方法      |
|----------------|----------|-----------|
| 酸值（mgKOH/g）    | 7~13     | GB/T 2895 |
| 粘度（25℃）（mPa·s） | 200~1000 | GB/T 7193 |
| 密度（g/mL）       | ≥1.0     |           |
| 固体含量（%）        | ≥50.0    |           |
| 热稳定性（hr）80℃    | ≥24      |           |
| 拉伸强度（MPa）      | ≥50      | GB/T 2567 |
| 拉伸模量（MPa）      | ≥2800    |           |
| 断裂伸长率（%）       | ≥5.0     |           |
| 弯曲强度（MPa）      | ≥100     |           |
| 弯曲模量（MPa）      | ≥2800    |           |
| 巴柯尔硬度          | ≥25      | GB/T 3854 |
| 粘接强度（钢材）（MPa）  | ≥2.5     | GB/T 5210 |

- 6.4.6 湿软筒进场时应进行进场复验，并应符合下列规定：
- a) 湿软筒材料的尺寸和壁厚应满足设计要求；
  - b) 湿软筒材料的储存、运输、装卸和保管过程中应避光、避高温，不得损坏；
  - c) 湿软筒出厂应附有材料合格证；
  - d) 湿软筒表面无破损，无干斑。
- 6.4.7 紫外光贴片内衬法应采用含玻璃纤维的井内衬，其短期力学性能要求应符合表 10 的规定。

表 10 含玻璃纤维的井内衬的短期力学性能要求

| 项目        | 性能要求  | 测试方法              |
|-----------|-------|-------------------|
| 弯曲强度（MPa） | ≥100  | GB/T 1449（包含两个方向） |
| 弯曲模量（MPa） | ≥8000 |                   |
| 抗拉强度（MPa） | ≥80   | GB/T 1447         |

- 6.5 模筑法
- 6.5.1 模块拼装内衬法所用型材应符合下列规定：

- a) 所用模块应由 PVC 或同等性能及以上材料制成，表面应光滑，并应具有较好的耐久性及抗腐蚀性；
- b) 生产模块的原材料不宜使用回收料；
- c) 片状模块材料应透明，厚度均匀，表面光滑、无裂纹、无破损；
- d) 模块的材料性能指标应符合表 11 的规定。

表 11 模块材料性能

| 项目               | 性能要求      | 测试方法                                    |
|------------------|-----------|-----------------------------------------|
| 纵向拉伸强度 (MPa)     | $\geq 40$ | GB/T 1040.2 (试验类型: 1B 型, 拉伸速度: 5mm/min) |
| 热塑性塑料维卡软化温度 (°C) | $\geq 70$ | GB/T 1633 (A50 法)                       |

6.5.2 模块与模块之间采用连接键、螺栓或焊接连接时，应注入密封胶或粘结剂，且连接处内径不应小于非连接段，接口连接应紧密，不得有错台、渗漏现象。

6.5.3 井内衬与原有井间的环状空隙需进行注浆时，所采用的注浆材料应满足下列要求：

- a) 注浆材料应具有高流动性和高填充性，可用于狭窄间隙填充；
- b) 注浆材料应具有抗离析、微膨胀和抗开裂等性能；
- c) 注浆材料的初凝时间应符合工程作业时间与模具支撑时间要求；
- d) 注浆材料性能指标应符合表 12 的规定；

表 12 注浆材料性能

| 项目                | 性能要求       | 测试方法       |
|-------------------|------------|------------|
| 抗压强度 (MPa) 28 d   | $\geq 30$  | GB/T 50448 |
| 截锥流动度 (mm) 30 min | $\geq 270$ |            |

- e) 注浆材料不应长期析出毒害材料污染地下水。

6.5.4 PE 板材可使用同一牌号、同种产品、同一批号的回用料。回用料在塑料中的比例不应超过 5%，不得使用再生料。

6.5.5 PE 板材外观应光滑平整，不应有裂纹及杂质。锚固键不应有缩颈及裂纹。

6.5.6 如设计无特殊要求，锚固键高度不宜低于 19 mm，基板厚度不宜低于 1.5mm，PE 板上的锚固键宜交错均匀排布，横向距离锚固键个数不宜少于 17 个/m，纵向距离锚固键个数不宜少于 23 个/m。锚固键与基板应为一次挤出成型，不应焊接成型。

6.5.7 PE 板材性能符合表 13、表 14 要求。

表 13 PE 板材物理性能指标

| 项目                              | 性能要求        | 试验方法         |
|---------------------------------|-------------|--------------|
| 密度 (g/m <sup>3</sup> )          | 910~960     | GB/T 1033.1  |
| 拉伸强度 (N/cm)                     | $\geq 72$   | GB/T 18173.1 |
| 断裂伸长率 (%)                       | $\geq 50$   |              |
| 吸水率 (%) 75mm×25mm, 24h          | $\leq 0.10$ | GB/T 1034    |
| 氧化诱导时间 (min) 200℃               | $\geq 40$   | GB/T 19466.6 |
| 熔体质量流动速率 (g/10min) 190℃, 2.16kg | $\leq 3$    | GB/T 3682.1  |
| 灰分 (%) 850℃±50℃                 | $\leq 0.8$  | GB/T 9345.1  |

表 14 PE 板材耐化学试剂性能指标

| 各种浓度化学溶液           | 质量变化率 | 试验方法       |
|--------------------|-------|------------|
| 20%硫酸（%）7d，20℃     | ≤0.12 | GB/T 11547 |
| 5%氢氧化钠（%）7d，20℃    | ≤0.20 |            |
| 5%氨水（%）7d，20℃      | ≤0.40 |            |
| 1%硝酸（%）7d，20℃      | ≤0.20 |            |
| 1%氯化铁（%）7d，20℃     | ≤0.60 |            |
| 5%氯化钠（%）7d，20℃     | ≤0.15 |            |
| 2%肥皂液和洗涤剂（%）7d，20℃ | ≤0.40 |            |
| 注：其他试剂可根据客户需求定。    |       |            |

6.5.8 当井内衬与原有井间的环状空隙需进行注浆时，所采用的注浆材料应符合表 15 的要求。

表 15 环状空隙注浆材料性能要求

| 项目        |            | 性能要求  | 试验方法       |
|-----------|------------|-------|------------|
| 凝结时间（h）   | 初凝         | ≥5    | GB/T 1346  |
|           | 终凝         | ≤24   |            |
| 流动度（s）    | 出机流动度      | 10~17 | JTG/T 3650 |
|           | 30 min 流动度 | 10~20 |            |
| 泌水率（%）    | 3 h毛细泌水率   | 0     | JTG/T 3650 |
|           | 24 h自由泌水率  | 0     |            |
| 压力泌水率（%）  | 0.22MPa    | ≤2    | JTG/T 3650 |
|           | 0.36MPa    | ≤2    |            |
| 抗压强度（MPa） | 7 d        | ≥40   | GB/T 17671 |
|           | 28 d       | ≥50   |            |
| 抗折强度（MPa） | 7 d        | ≥6    | GB/T 17671 |
|           | 28 d       | ≥10   |            |
| 自由膨胀率（%）  | 3 h        | 0~2   | JTG/T 3650 |
|           | 24 h       | 0~3   |            |
| 对钢筋锈蚀作用   |            | 无锈蚀   | GB 8076    |

6.5.9 水泥基聚合物模筑法材料应满足下列要求：

- a) 对检查井结构修复要求高的部位，应选用乳液类修复材料；
- b) 水泥基聚合物模筑修复材料中采用的聚合物材料应为改性环氧类、改性丙烯酸酯类、改性丁苯类或改性氯丁类聚合物，不得使用聚乙醇类、苯丙类、氯偏类聚合物以及乙烯-醋酸乙烯共聚物；
- c) 水泥基聚合物模筑修复材料长期使用的环境温度不应高于 60℃；
- d) 水泥基聚合物模筑修复材料应按照产品使用说明书的推荐用水量；
- e) 水泥基聚合物模筑修复材料性能指标（常规修复型）应符合表 16 的规定；水泥基聚合物模筑修复材料性能指标（带水修复型）应符合表 17 的规定。

表 16 水泥基聚合物模筑修复材料性能指标（常规修复型）

| 项目                            |               | 常规修复型性能指标要求 |       |       | 试验方法       |
|-------------------------------|---------------|-------------|-------|-------|------------|
|                               |               | I 型         | II 型  | III 型 |            |
| 骨料最大粒径（mm）                    |               | ≤12         | ≤12   | ≤12   | JGJ 55     |
| 坍落扩展度（mm）                     | 初始            | ≥650        | ≥650  | ≥650  | T/CECS 203 |
|                               | 30 min        | ≥550        | ≥550  | ≥550  |            |
| 抗压强度（MPa）                     | 1d            | ≥10.0       | ≥20.0 | ≥25.0 | GB/T 17671 |
|                               | 3d            | ≥30.0       | ≥40.0 | ≥50.0 |            |
|                               | 28d           | ≥40.0       | ≥60.0 | ≥80.0 |            |
| 抗折强度（MPa）                     | 7d            | ≥4.0        | ≥6.0  | ≥8.0  |            |
|                               | 28d           | ≥8.0        | ≥9.0  | ≥10.0 |            |
| 劈裂抗拉强度（MPa）                   | 7d            | 2.0         | 2.5   | 3.5   | GB 50550   |
|                               | 28d           | 3.0         | 3.5   | 5.0   |            |
| 竖向膨胀率（%）                      | 24h与3h之<br>差值 | ≥0.02       | ≥0.02 | ≥0.02 | GB 50119   |
| 抗渗等级                          | 28d           | ≥P8         | ≥P10  | ≥P12  | GB/T 50082 |
| 拉伸粘结强度（MPa）                   | 28d           | ≥1.3        | ≥1.5  | ≥1.5  | JGJ/T 70   |
| 氯离子含量（%）                      |               | ≤0.02       | ≤0.02 | ≤0.02 | GB/T 8077  |
| 泌水率（%）                        |               | 0           | 0     | 0     | GB/T 50448 |
| 氯离子渗透电通量（C）                   |               | ≤1000       | ≤500  | ≤500  | GB/T 50082 |
| 耐5%硫酸液腐蚀，24h                  |               | 无起泡、无剥落、无裂纹 |       |       | GB 9274    |
| 耐10%柠檬酸、10%乳酸、10%醋酸腐蚀，<br>48h |               | 无起泡、无剥落、无裂纹 |       |       | JC/T 2327  |

表 17 水泥基聚合物模筑修复材料性能指标（带水修复型）

| 项目          |          | 带水修复型性能指标要求 | 试验方法       |
|-------------|----------|-------------|------------|
| 骨料最大粒径（mm）  |          | ≤12         | JGJ 55     |
| 坍落扩展度（mm）   | 初始       | ≥650        | T/CECS 203 |
|             | 30 min   | ≥550        |            |
| 抗压强度（MPa）   | 1d       | ≥20.0       | GB/T 17671 |
|             | 3d       | ≥40.0       |            |
|             | 28d      | ≥60.0       |            |
| 抗折强度（MPa）   | 7d       | ≥9.0        |            |
|             | 28d      | ≥12.0       |            |
| 劈裂抗拉强度（MPa） | 7d       | 3.5         | GB 50550   |
|             | 28d      | 5.0         |            |
| 竖向膨胀率（%）    | 24h与3h之差 | ≥0.02       | GB 50119   |
| 抗渗等级        | 28d      | ≥P10        | GB/T 50082 |
| 拉伸粘结强度（MPa） | 28d      | ≥2.5        | JGJ/T 70   |

表 17 水泥基聚合物模筑修复材料性能指标（带水修复型）（续）

| 项目                        | 带水修复型性能指标要求 | 试验方法       |
|---------------------------|-------------|------------|
| 氯离子含量（%）                  | ≤0.02       | GB/T 8077  |
| 泌水率（%）                    | 0           | GB/T 50448 |
| 氯离子渗透电通量（C）               | ≤500        | GB/T 50082 |
| 耐5%硫酸液腐蚀，24h              | 无起泡、无剥落、无裂纹 | GB 9274    |
| 耐10%柠檬酸、10%乳酸、10%醋酸腐蚀，48h | 无起泡、无剥落、无裂纹 | JC/T 2327  |

6.5.10 水泥基聚合物模筑法支模材料应符合 GB50550 和 GB50204 的要求。

6.6 预制井法

6.6.1 预制井内衬材料应为新料，不得使用回用料或再生料。

6.6.2 预制井内衬材料应符合表 18 的要求。

表 18 预制井内衬材料性能要求

| 项目                 | 性能要求                 | 试验方法         |
|--------------------|----------------------|--------------|
| 密度（kg/m³）          | ≥900                 | GB/T 1033.1  |
| 熔体质量流动速率（g/10 min） | ≤3.0 且与产品标称值的偏差≤±25% | GB/T 3682.1  |
| 弯曲模量（MPa）          | 1100~1900            | GB/T 9341    |
| 氧化诱导时间（min）200℃    | ≥8                   | GB/T 19466.6 |

6.6.3 预制内衬井修复法的井座材料耐内压性能、耐久性和井筒、井口、井盖及踏步的材料应满足 GB/T 41048 中的有关规定。

6.6.4 当预制井内衬与原有井间的环状空隙需进行注浆时，所采用的注浆材料应符合本规程表 15 的规定。

6.7 原位更换法

6.7.1 当采用现场浇筑等方式整体更换原有检查井时，其规格尺寸、结构型式、井壁厚度、做法等应满足设计要求以及国标图集《钢筋混凝土及砖砌排水检查井》20S515 等相关要求。

6.7.2 当采用成品检查井等方式整体更换原有检查井时，成品井的规格尺寸、结构型式、厚度、刚度及承载力等指标应满足设计及 GB/T 41048、GB/T 26081 等相关要求。

6.7.3 成品检查井如选用塑料等材料时，其材料应为新料，不得使用回用料或再生料；材料应符合表 19 的要求。

表 19 塑料成品检查井材料性能要求

| 项目                 | 性能要求                     | 试验方法 密度（kg/m³） |
|--------------------|--------------------------|----------------|
| 密度（kg/m³）          | ≥900                     | GB/T 1033.1    |
| 熔体质量流动速率（g/10 min） | ≤3.0 且与产品标称值的偏差<br>≤±25% | GB/T 3682.1    |
| 弯曲模量（MPa）          | ≥1000                    | GB/T 9341      |
| 氧化诱导时间（min）200℃    | ≥8                       | GB/T 19466.6   |

6.7.4 塑料成品检查井的井筒、井室宜为注塑工艺的结构实壁管，环刚度应不小于 8kN/m²，井筒、井

室的轴向荷载应不小于 GB/T 41048 中表 11 相应井径规格的轴向荷载要求,井筒内径应不小于 GB/T41048 中表 6 井座最小平均内径的要求;当井内设置水质、流量等检测设备时,井径不宜小于 700mm。

6.7.5 球墨铸铁成品检查井类型、尺寸、性能要求和耐久性,井筒、井口、井盖及踏步的材料应满足 GB/T 26081 中有关规定。

6.7.6 当成品检查井与基坑间的空隙需进行注浆时,所采用的注浆材料应符合本规程表 15 的规定。

6.8 修复方法选择

6.8.1 检查井井筒修复应根据结构性缺陷评估情况确定,分为第Ⅰ类修复、第Ⅱ类修复、第Ⅲ类修复。修复分类及适用情况应符合表 20 的规定。

表 20 检查井井筒修复分类

| 适用情况                                                                                                                                                                        | 第Ⅰ类修复              | 第Ⅱ类修复                                | 第Ⅲ类修复                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------------|
|                                                                                                                                                                             | 修复层仅需满足检查井的修补、防腐要求 | 修复层可独立或与既有检查井共同作用,满足补强要求,应能抵抗外部的静水压力 | 修复层应满足不依赖原有井,能独立承受全部荷载作用 |
| 井筒存在下列任一情况:<br>破裂(1-2级)1-3处;腐蚀(1-2级)1-3处;<br>渗漏(1-2级)1-3处;脱开(1级)1-3处;<br>错口(1级)1-3处;井体下沉(1级)1-2处。                                                                           | 宜采用                | 可采用                                  | 可采用                      |
| 井筒存在下列任一情况:<br>破裂(1-2级)4-5处;(3-4级)1-2处;<br>腐蚀(1-2级)4-5处;(3级)1-2处;<br>渗漏(1-2级)4-5处;(3级)1-2处;<br>脱开(1级)4-5处;(2-3级)1-2处;<br>错口(1级)4-5处;(2-3级)1-2处;<br>井体下沉(1级)3-4处;(2-3级)1-2处。 | 不应采用               | 宜采用                                  | 可采用                      |
| 注:井筒缺陷数量大于表中对应指标时,应采用整体更新。                                                                                                                                                  |                    |                                      |                          |

6.8.2 检查井井室修复应根据结构性缺陷评估情况确定,分为第Ⅰ类修复、第Ⅱ类修复、第Ⅲ类修复。修复分类及适用情况应符合表 21 的规定。

表 21 检查井井室修复分类

| 适用情况                                                     | 第Ⅰ类修复              | 第Ⅱ类修复                                | 第Ⅲ类修复                    |
|----------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------------|
|                                                          | 修复层仅需满足检查井的修补、防腐要求 | 修复层可独立或与既有检查井共同作用,满足补强要求,应能抵抗外部的静水压力 | 修复层应满足不依赖原有井,能独立承受全部荷载作用 |
| 井室存在下列任一情况:<br>破裂(1级)1-2处;<br>腐蚀(1级)1-2处;<br>渗漏(1级)1-2处; | 宜采用                | 可采用                                  | 可采用                      |

表 21 检查井井室修复分类（续）

| 适用情况                                                                                                                                                                                  | 第Ⅰ类修复              | 第Ⅱ类修复                                | 第Ⅲ类修复                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------------|
|                                                                                                                                                                                       | 修复层仅需满足检查井的修补、防腐要求 | 修复层可独立或与既有检查井共同作用，满足补强要求，应能抵抗外部的静水压力 | 修复层应满足不依赖原有井，能独立承受全部荷载作用 |
| 井室存在下列任一情况：<br>破裂（Ⅰ级）3-4处；（2-3级）1-2处；<br>腐蚀（Ⅰ级）3-4处；（2-3级）1-2处；<br>渗漏（Ⅰ级）3-4处；（2-3级）1-2处；<br>脱开（Ⅰ-2级）1-2处；<br>错口（Ⅰ-2级）1-2处；<br>井体下沉（Ⅰ-2级）1-2处                                         | 不得采用               | 宜采用                                  | 可采用                      |
| 井室存在下列任一情况：<br>破裂（Ⅰ级）5处以上；（2-3级）3-4处；<br>（4级）1-2处；<br>腐蚀（Ⅰ级）5处以上；（2-3级）3-4处；<br>渗漏（Ⅰ级）5处以上；（2-3级）3-4处；<br>脱开（Ⅰ-2级）3-4处；（3级）1-2处；<br>错口（Ⅰ-2级）3-4处；（3级）1-2处；<br>井体下沉（Ⅰ-2级）1-2处；（3级）1-2处 | 不应采用               | 不应采用                                 | 应采用                      |

6.8.3 检查井井筒和井室修复工法大类包括喷涂法、喷筑法、原位固化法、模筑法和预制井法，工法适用范围和使用条件符合表 22 的规定。

表 22 检查井非开挖修复工法适用范围和使用条件

| 大类名称 | 工法名称      | 推荐适用井尺寸         | 适用井类型 <sup>a</sup> | 是否适用于井筒 | 适用材质         | 内衬材质            | 是否适用带水修复 | 修复分类       |
|------|-----------|-----------------|--------------------|---------|--------------|-----------------|----------|------------|
| 喷涂法  | 聚合物基材料喷涂法 | 不限              | 圆形井、矩形井、异型井、扇形井    | 适用      | 砖砌、混凝土、钢筋混凝土 | 聚合物基（含聚氨酯、改性聚脲） | 不适用      | 第Ⅰ类<br>第Ⅱ类 |
| 喷筑法  | 水泥基材料喷筑法  | 不限 <sup>b</sup> | 圆形井、矩形井、异型井、扇形井    | 适用      | 砖砌、混凝土、钢筋混凝土 | 铝酸盐无机防腐砂浆       | 不适用      | 第Ⅰ类<br>第Ⅱ类 |
|      | 无机防腐砂浆喷涂法 | 不限              | 圆形井、矩形井、异型井、扇形井    | 适用      | 砖砌、混凝土、钢筋混凝土 | 硅酸盐无机防腐砂浆       | 不适用      | 第Ⅰ类<br>第Ⅱ类 |

表 22 检查井非开挖修复工法适用范围和使用条件（续）

| 大类名称                                                                                                                                                          | 工法名称      | 推荐适用井尺寸                                                 | 适用井类型 <sup>a</sup> | 是否适用于井筒 | 适用材质             | 内衬材质                 | 是否适用带水修复        | 修复分类              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------|--------------------|---------|------------------|----------------------|-----------------|-------------------|
| 原位固化法                                                                                                                                                         | 热水原位固化法   | Φ 700mm~<br>Φ 2000mm 或<br>700mm*700mm~<br>2000mm*2000mm | 圆形井、矩形井、异型井、扇形井    | 适用      | 砖砌、混凝土、钢筋 混凝土、塑料 | 聚酯纤维毡、热固性树脂          | 不适用             | 第Ⅰ类<br>第Ⅱ类        |
|                                                                                                                                                               | 紫外光贴片内衬法  | Φ 700mm~<br>Φ 2000mm 或<br>700mm*700mm~<br>2000mm*2000mm | 圆形井、矩形井、异型井、扇形井    | 适用      | 砖砌、混凝土、钢筋 混凝土、塑料 | 玻璃纤维、光固性树脂           | 不适用             | 第Ⅰ类               |
| 模筑法                                                                                                                                                           | 模块拼装内衬法   | 不小于 Φ 700mm 或<br>700mm*700mm                            | 圆形井、矩形井、异型井、扇形井    | 不适用     | 砖砌、混凝土、钢筋 混凝土、塑料 | PVC、ABS              | 不适用             | 第Ⅰ类<br>第Ⅱ类        |
|                                                                                                                                                               | 垫衬法       | 不小于 Φ 700mm 或<br>700mm*700mm                            | 圆形井、矩形井、异型井、扇形井    | 适用      | 砖砌、混凝土、钢筋 混凝土、塑料 | PE                   | 适用              | 第Ⅰ类<br>第Ⅱ类        |
|                                                                                                                                                               | 水泥基聚合物模筑法 | 不小于 Φ 1200mm<br>或 1200mm*1200mm                         | 圆形井、矩形井、异型井、扇形井    | 不适用     | 砖砌、混凝土、钢筋 混凝土    | 硅酸盐无机防腐砂浆            | 适用 <sup>c</sup> | 第Ⅰ类<br>第Ⅱ类<br>第Ⅲ类 |
| 预制井                                                                                                                                                           | 预制内衬井修复法  | 不小于 Φ 1000mm                                            | 圆形井                | 不适用     | 砖砌、混凝土、钢筋 混凝土、塑料 | PP                   | 不适用             | 第Ⅰ类<br>第Ⅱ类<br>第Ⅲ类 |
|                                                                                                                                                               | 现场预制井法    | 各种尺寸                                                    | 圆形井、矩形井、异型井、扇形井    | 适用      | 各种材质             | 硅酸盐/铝酸盐无机防腐砂浆        | 不适用             | 第Ⅰ类<br>第Ⅱ类<br>第Ⅲ类 |
|                                                                                                                                                               | 原位更换法     | 钢筋混凝土不大于<br>Φ 2000mm或<br>2000mm*2000mm                  | 圆形井、矩形井、扇形井        | 适用      | 各种材质             | 硅酸盐/铝酸盐无机防腐砂浆        | 不适用             | 第Ⅰ类<br>第Ⅱ类<br>第Ⅲ类 |
|                                                                                                                                                               |           | 塑料材质不大于<br>Φ 1200mm                                     | 圆形井                | 适用      | 各种材质             | 依据成品井材质或设计要求确定       | 不适用             | 第Ⅰ类<br>第Ⅱ类<br>第Ⅲ类 |
|                                                                                                                                                               |           | 球墨铸铁不大于<br>Φ 2000mm                                     | 圆形井、矩形井、扇形井        | 适用      | 各种材质             | 硅酸盐/铝酸盐无机防腐砂浆或设计要求确定 | 不适用             | 第Ⅰ类<br>第Ⅱ类<br>第Ⅲ类 |
| <sup>a</sup> 适用井类型参照国标图集《钢筋混凝土及砖砌排水检查井》20S515。<br><sup>b</sup> 水泥基材料喷筑法加钢筋网进行结构性修复时，仅适用于 Φ 1200mm 或 1200mm*1200mm 以上的井室。<br>水泥基聚合物模筑法中，仅当采用带水修复型的材料时可适用于带水修复。 |           |                                                         |                    |         |                  |                      |                 |                   |

- 6.8.4 检查井修复根据现场检查井尺寸、材质、缺陷等情况，可采用多种工法组合。
- 6.8.5 检查井的功能性缺陷，应采用排除异物、清淤疏通的方式进行修复。

6.9 内衬管壁厚设计

- 6.9.1 检查井结构上的永久荷载应包括检查井结构自重、土的侧向和竖向压力、井壁下曳力和检查井内外水压力,计算方法应符合本规程附录 A（规范性）检查井内衬设计计算方法的规定。
- 6.9.2 检查井结构上的可变荷载应包括地面人群或车辆荷载、地面堆积荷载和地下水的作用。
- 6.9.3 外部围压作用下的内衬壁厚按下式验算，且不应小于式（1）的计算值：

$$t = \sqrt[2.5]{\frac{q' \cdot L \cdot r^{1.5} (1 - \nu^2)^{0.75}}{0.807 \cdot E_s}} \cdot F_s$$

(1)

式中： $q'$ —外部压力，kPa；  
 $t$ —内衬平均厚度，mm  
 $E_s$ —内衬材料杨氏模量，kPa；  
 $r$ —内衬的平均半径，mm；  
 $L$ —内衬有效长度，mm；  
 $\nu$ —内衬材料泊松比，取0.26；  
 $F_s$ —安全系数，一般取2。

- 6.9.4 矩形检查井进行结构修复时，内衬设计可按闭合刚架进行模型进行设计计算。
- 6.9.5 当采用喷涂法进行检查井修复时，最小喷涂厚度应满足设计要求，无要求时按表 23 选取。

表 23 喷涂法最小喷涂厚度

| 修复位置 | 最小喷涂厚度（mm） |       |
|------|------------|-------|
|      | 第Ⅰ类修复      | 第Ⅱ类修复 |
| 井筒   | 3          | 5     |
| 井室   | 3          | 5     |
| 井底   | 10         | 10    |

- 6.9.6 当采用喷筑法进行检查井修复时，最小喷涂厚度应满足设计要求，也可按表 24 取。

表 24 喷筑法最小喷筑厚度

| 修复位置 | 最小喷涂厚度（mm） |       |
|------|------------|-------|
|      | 第Ⅰ类修复      | 第Ⅱ类修复 |
| 井筒   | 10         | 15    |
| 井室   | 10         | 15    |
| 井底   | 15         | 20    |

- 6.9.7 当采用原位固化法进行检查井修复时，应满足下列要求：
- a) 当采用热水原位固化法进行检查井修复时，内衬壁厚应按 CJJ/T 210 进行设计；
- b) 当采用紫外光贴片内衬法进行检查井修复时，内衬壁厚应满足设计要求，也可按表 25 选取。

表 25 紫外光贴片内衬法

| 修复位置         | 最小内衬厚度 (mm) |
|--------------|-------------|
|              | 第 I 类修复     |
| 井筒           | 1.5         |
| 井室、井底 (≤2m)  | 1.5         |
| 井室、井底 (2~4m) | 3.0         |
| 井室、井底 (4~6m) | 4.5         |

6.9.8 当采用预制井法或原位更换法进行检查井修复时，内衬刚度及厚度应满足设计要求。

## 7 预处理

### 7.1 一般规定

7.1.1 修复工程施工前，应根据检查井状况、修复工艺要求对原有检查井进行预处理，并应符合下列规定：

- 预处理措施包括临时封堵及导流、检查井清洗、井周土体注浆加固、裂缝嵌补、内壁处理等；
- 预处理后的检查井内壁应无污泥、垃圾、油脂及有机涂层等附着物；
- 检查井预处理后，检查井内表面应洁净，应无影响内衬修复的附着物、尖锐毛刺、凸起物、踏步、脚蹬；
- 井壁上的腐蚀层、酥松结构均应清除干净；
- 预处理不应对检查井造成二次的结构损伤和破坏；
- 应对井底、盖板与井室连接缝隙、井壁与管口连接处等部位进行堵漏止水处理，对渗漏严重部位应进行止水或隔水处理，处理后的检查井不应出现影响施工的积水和渗水现象；
- 井壁如有凹凸不平或者混凝土面层脱落，应采用进行抹面找平处理。

7.1.2 检查井地基及井周土体不满足承载力要求或井周土体出现空洞时，应进行注浆加固和填充等预处理措施，对渗漏严重部位应进行止水或隔水处理。

7.1.3 在进行正式修复施工前，应对预处理后的检查井进行现场检查，并应保存影像、文字等资料作为隐蔽验收依据，检查井预处理检查表可参照本规程附录 B（资料性）进行。

7.1.4 检查井预处理完成后，应对检查井内部具体尺寸进行测量，并记录修复前后对照表。

### 7.2 检查井清洗

7.2.1 检查井宜采用高压水射流进行清洗，常见障碍物清洗的射水压力可按表 26 取值。

表 26 常见障碍物清洗的射水压力

| 障碍物类型               | 射水压力 (Mpa) |
|---------------------|------------|
| 淤泥、疏松岩层             | 10         |
| 轻度燃油残留质、铝制物体        | 21         |
| 疏松混凝土、砂石和泥土层、疏松漆层锈层 | 32         |
| 混凝土、铸铁件模型、石灰层、石化垢层  | 42~70      |
| 混凝土、石灰石、厚层煤渣        | 70~105     |

7.2.2 采用高压水射流检查井清洗时应符合下列规定：

- 水流压力不得对井壁造成剥蚀、裂缝及穿孔等损坏；
- 对严重腐蚀检查井应试喷确定合适压力后方可整段清洗；

- c) 对井壁已发生塌陷或空洞处,不得用高压水流冲洗;
  - d) 人工进入井内清洗作业应符合 GB 26148 中的有关规定。
- 7.2.3 检查井清洗产生的污水和污物应从检查井内排出,污物处理应符合 CJJ 68 中的有关规定,污水应合规排放至规定地点。

### 7.3 封堵及导流

- 7.3.1 施工对用户排水产生影响时,应封堵检查井与管道接口,并进行临时导流措施予以解决。
- 7.3.2 检查井封堵措施应符合 CJJ 68 的规定。
- 7.3.3 当检查井封堵采用充气管塞时,应采用防滑支撑,应随时检查管塞的气压,使之处于安全气压范围内。
- 7.3.4 当下井作业时间大于 2h 或管内水流速大于 1m/s 时,应设置充气管塞或墙体封堵。
- 7.3.5 临时排水设施的排水能力应能确保修复工艺的施工要求,且应满足地区排水需求。

### 7.4 土体注浆

- 7.4.1 当采用土体注浆对井周土体塌陷或软土地基进行加固或堵漏处理时,注浆材料应符合下列规定:
- a) 注浆材料应具有快硬早强特性;
  - b) 现场配制时,注浆材料宜选用 P·O 42.5 级及以上强度等级水泥并添加水玻璃配制而成,水玻璃用量宜为水泥用量的 0.5%~3.0%;
  - c) 注浆工艺和有效范围应根据工程不同要求必须满足防渗堵漏、提高土体强度和模量、充填空隙及既有地基基础加固等目的通过现场试验或按工程经验确定;
  - d) 注浆量应根据地基土性质、浆液的渗透性以及周边环境的影响等因素确定;
  - e) 注浆压力应根据土层性质、埋深或浆液材料的稠度确定,注浆压力必须高于周围的土压力,同时应保持一定流量。
- 7.4.2 用于堵漏的注浆处理应采用井内注浆法;用于加固的注浆处理宜采用井内注浆法,也可采用井外注浆法。
- 7.4.3 采用井内注浆法施工时,应符合下列规定:
- a) 宜在底部开设注浆孔,开孔数量宜按注浆孔间距 1m~2m 控制;
  - b) 钻孔深度应钻穿井壁或井底,孔径不宜大于 25mm;
  - c) 注浆结束后,应对注浆孔进行处理,不得裸露在井壁外,修复检查井施工垃圾应及时清理,保证无异物残留。
- 7.4.4 采用井外注浆法施工时,应符合下列规定:
- a) 钻孔深度应达到待修检查井外部病害区域;
  - b) 注浆过程中应采用注浆流量记录仪进行实时监控,如材料进入检查井内宜减慢注浆速度或采用间歇注浆法,应继续对新增渗漏点进行注浆;
  - c) 如产生井位偏移,应立即中断注浆,调整注浆方案。

### 7.5 裂缝嵌补

- 7.5.1 井室内部渗漏裂缝嵌补宜采用高聚物材料注浆进行修补或止水,其材料应符合下列规定:
- a) 注浆材料可采用双组分(AB 料)非水反应高聚物材料;
  - b) 注浆材料宜满足在常温或低温下快速反应,膨胀固化在 20 秒~120 秒内完成;
  - c) 应具备耐酸、碱、盐及多种有机溶剂,耐化学腐蚀性好,堵水补强耐久性好;
  - d) 注浆材料的进场验收应检查每批产品的质量合格证书、性能检测报告、使用说明书等。
- 7.5.2 注浆孔的布设,应符合下列规定:

- a) 应在井内进行钻孔，使用电钻钻孔沿裂缝两侧或渗漏点进行钻孔，钻孔角度宜 90°，裂缝渗漏缝隙钻孔间距应不大于 500mm；
  - b) 若有较大漏水点或者多个漏水点，应同时布设多个钻孔点。
- 7.5.3 注浆管（针）埋设，应符合下列规定：
- a) 钻孔深度应钻穿井壁；
  - b) 在钻好的孔内安装注浆管（针），并确保注浆嘴周围与钻孔之间无空隙，不漏水。
- 7.5.4 注浆施工，应符合下列规定：
- a) 注浆时 AB 料应按照 1：1 体积比注浆，并保持注浆压力在 0.5MPa 至 4MPa；
  - b) 注浆过程中，相邻的注浆针注浆液溢流或注浆管（针）与管（针）之间缝隙溢流即可结束注浆；
  - c) 注浆结束后，应截断留在井壁内的注浆管（针），并做封孔处理；
  - d) 应及时清理井室内注浆产生的垃圾。

7.6 内壁处理

- 7.6.1 检查井内壁有附着物时，应清洗露出检查井内壁，并不应损坏检查井结构。
- 7.6.2 检查井内壁结构受损时应对内壁进行结构修补。
- 7.6.3 检查井预处理的技术要求应符合表 27 的规定。

表 27 检查井预处理的技术要求

| 修复方法大类 | 预处理技术要求                                                  |
|--------|----------------------------------------------------------|
| 喷涂法    | 基体表面应坚实、干燥，不得有松散附着物及锈蚀、渗水现象                              |
| 喷筑法    | 检查井内应无漏水，表面应湿润和粗糙                                        |
| 原位固化法  | 检查井表面应无明显附着物、尖锐毛刺及凸起物，热水原位固化法要求无明显 渗漏现象；紫外光贴片内衬法要求无无渗水现象 |
| 模筑法    | 检查井内应无沉积、结垢和障碍物，无明显渗漏现象                                  |
| 预制井法   | 检查井内应无沉积、结垢和障碍物，无明显渗漏现象                                  |
| 原位更换法  | 检查井内应无沉积、结垢和障碍物，无明显渗漏现象                                  |

8 施工

8.1 一般规定

- 8.1.1 检查井修复施工前，应依据检查井检测评估报告进行设计，施工单位应编制施工组织设计或专项施工方案，并应按规定程序审批后实施。
- 8.1.2 施工单位应根据工程特点合理选用施工设备，当采用不宜间断施工的修复方法时，应有备用动力和设备。
- 8.1.3 施工使用的计量器具和检测设备，应经计量检定、校准合格，且应在有效期内使用。
- 8.1.4 检查井修复开始前，施工设备应经安装调试满足施工工艺要求，工程材料应经进场验收满足设计和施工要求，且安全保护措施应已准备到位。
- 8.1.5 进入施工现场所用主要原材料、各类型材和片材的规格、尺寸、性能等应符合本规程第 6 章设计要求，并进行质保资料检查、外观检查和性能检测、复试，合格后方可投入使用。样品检测应由具备资质的第三方机构进行。
- 8.1.6 检查井内壁进行施工前应符合本规程第 7 章预处理要求。
- 8.1.7 当爬梯和蹬梯发生损坏或需拆除时，应采取保证爬梯安全牢固，并应符合下列规定：

- a) 当采用聚合物基材料喷涂法、水泥基材料喷筑法、无机防腐砂浆喷涂法、水泥基聚合物模筑法、模块拼装内衬法和垫衬法施工时，井室爬梯未损坏时，可不拆除原有爬梯、蹬梯直接进行修复；
  - b) 采用热水原位固化法、紫外光贴片内衬法和预制内衬井修复法施工时，应拆除原有爬梯，施工完成后安装新爬梯；
  - c) 采用水泥基聚合物模筑法施工时，原检查井室如有爬梯结构，检查井原有爬梯结构不做处理，在支模时按设计应将爬梯支模时一并安装后，采用水泥基聚合物模筑修复材料一次浇注完成。
- 8.1.8 当井室有受损的流槽在修复前需进行处理时，应符合下列规定：
- a) 采用水泥基聚合物模筑法施工时，在支模时可按照流槽结构形状和厚度进行流槽结构支模浇筑；
  - b) 采用本规程除水泥基聚合物模筑法外的其他工法施工时，可根据结构形状和厚度采用水泥砂浆砌筑修复。
- 8.1.9 施工完成后应对检查井与管道接口处进行连接和密封处理。
- 8.1.10 检查井非开挖修复工程施工应采取安全防护措施，施工现场安全管理与环境保护应符合 CJJ 6、CJJ 68 等的有关规定。

## 8.2 喷涂法

- 8.2.1 聚合物基材料喷涂法施工前应通过试喷确定工艺参数，施工完成后应及时清理井底的喷涂散落料。
- 8.2.2 聚合物基材料喷涂施工应满足下列规定：
- a) 施工过程中环境温度不得低于 10℃，且不得高于 50℃。如环境温度低于 10℃时，应对材料进行加热；
  - b) 喷涂过程中喷枪空气压力不得低于 0.3MPa；
  - c) 喷涂过程应连续，按照先局部后整体的顺序，下一道工序应压住上一道工序的 100mm 或 1/4，避免出现漏喷现象；
  - d) 喷涂作业结束或间隔超过 30min 的，应及时清洗喷枪及管路，清洗渣液应收集在预先准备的容器内，避免环境污染。
- 8.2.3 聚合物基材料喷涂施工应在管壁表面或检查井内壁预先安装计量钉确定厚度，单次喷涂厚度不得超过 3mm，喷涂间隔时间不得超过 30min。
- 8.2.4 聚合物基材料喷涂施工应在上游或下游的检查井配备大功率鼓风机，鼓风机应采用吸风外排模式，井室喷涂顺序应采用自下而上方式。
- 8.2.5 当井底或井壁下部比较潮湿时，应采用喷射模式，不对混合物进行雾化，喷涂厚度宜为井壁的 2 倍。
- 8.2.6 聚合物基材料喷涂施工应对成型的喷涂层进行复查，对有漏喷悬挂部位进行处理，并应进行养护。

## 8.3 喷筑法

- 8.3.1 采用水泥基材料喷筑法施工前应通过试喷确定工艺参数，施工后，应及时清理井底的喷筑散落料。
- 8.3.2 当使用水泥基材料喷筑法施工前，应使基底处于湿润状态，但不得有水滴或流水；环境温度应为 5℃~35℃，否则应采取有效的质量保证措施方能施工。
- 8.3.3 当使用水泥基材料喷筑法进行离心喷筑时，应符合下列规定：
- a) 在离心喷筑过程中，旋喷器下放和提升速度不宜大于 3m/min；

- b) 若离心喷筑过程因故中断,应及时清理喷涂设备,避免堵塞;
  - c) 内衬喷筑完成后,保留内衬原始形态,也可根据要求对表面进行压抹;
  - d) 离心喷涂结束后,应对井底、盖板、井壁与管口连接处等部位进行喷涂处理,井底、流槽、井室顶板等部位可采用人工喷筑或刮抹方式。
- 8.3.4 当使用水泥基材料喷筑法进行人工喷筑时,应符合下列规定:
- a) 应先调节喷筑气压和浆量,浆料应均匀分散喷出;
  - b) 应控制喷枪与基面距离,使得喷枪移动规律、平稳;
  - c) 可一次或分多次喷筑到设计厚度,当厚度超过 10mm 时,宜多次完成;
  - d) 喷筑完成后,应将喷筑层抹平,但同一部位不宜反复抹压;
  - e) 井底与井壁的结合部位应采取倒圆过渡。
- 8.3.5 内衬养护应满足下列规定:
- a) 内衬应在无风、潮湿环境下养护;
  - b) 在施工过程及施工后的终凝前,应确保内衬浆料不发生结冰。
- 8.3.6 采用无机防腐砂浆喷涂法施工前,应通过试喷确定工艺参数,施工后应及时清理井底的喷筑散落料。
- 8.3.7 当使用无机防腐砂浆喷涂法施工前,应使基层表面处于湿润状态,但不得有水滴或流水;基层表面温度应不小于 5℃,环境温度应为 5℃~35℃,否则应采取有效的质量保证措施方能施工。
- 8.3.8 无机防腐砂浆喷涂施工应符合下列规定:
- a) 无机防腐砂浆搅拌时的加水量应按照产品说明书规定进行;
  - b) 无机防腐砂浆可采用旋喷机进行高速离心喷涂;
  - c) 喷涂的无机防腐砂浆达到终凝后,应立即进行保湿养护,保持涂层湿润状态至其充分硬化后,便可投入使用。
  - d) 喷涂结束后,应人工下井对井底、盖板、井壁与管口连接处等部位进行喷涂处理。
- ## 8.4 原位固化法
- 8.4.1 当采用吊入的方法将湿软筒置入原有检查井时应符合下列规定:
- a) 吊入安装时应按设计方位进行安装,偏差应不大于 3%;
  - b) 吊入后,将内膜通过气压翻转方式置入井内衬中,内膜应与井内水和蒸汽相接触;
  - c) 膨胀压力应控制在使湿软筒充分扩展所需最小压力和井内衬所能承受的允许最大内部压力之间,同时应能使湿软筒膨胀紧贴原井内壁,相应压力值应按产品使用说明要求取值;
  - d) 湿软筒安装完成后,湿软筒应伸出原有检查井井口。
- 8.4.2 湿软筒安装完成后应采用热水进行固化,并应符合下列规定:
- a) 热水供应装置应装有温度测量仪,固化过程中应对温度进行跟踪测量和监控;
  - b) 应在井内衬与原有检查井之间安装监测井壁温度变化的温度感应器;
  - c) 固化温度应均匀升高,硬化阶段不应低于 60℃,熟化温度应不低于 80℃。固化所需的时间以及温度升高速度应按树脂材料说明书的规定或咨询树脂材料生产商,并应根据修复检查井的材质、周围土体的热传导性、环境温度、地下水位等情况进行适当调整;
  - d) 固化过程中井内衬内的气压应能使井内衬与原有检查井保持紧密接触,且压力不得超过井内衬在固化过程中承受的最大压力,并不得损坏原检查井;
  - e) 可通过温度感应器监测的树脂放热曲线判定树脂固化的状况。
- 8.4.3 固化完成后井内衬的冷却应符合下列规定:
- a) 应先将井内衬内气压缓慢降至无压状态;

- b) 应先将井内衬内水的温度缓慢冷却至不宜高于 38℃；冷却可采用灌入常温水替换井内衬内的热水进行；
  - c) 应待冷却稳定后方可进行后续施工。
- 8.4.4 固化完成后井内衬井口及支管连接部应进行密封和切割处理，并应符合下列规定：
- a) 井内衬井口应切割整齐，不得高于井盖下边缘；
  - b) 井内衬与支管连接处，应沿支管外径的外侧 20mm～30mm 处进行切割；
  - c) 井内衬与支管连接处切割后应采取密封处理措施。
- 8.4.5 当内衬检查井与原有管道端口结合不紧密时，应在内衬检查井与原有管之间充填与软管浸渍的树脂材料性能相同的树脂混合物进行密封。
- 8.4.6 固化完成后井内衬井口及支管连接部应进行密封处理，并应符合下列规定：
- a) 井内衬井口应整齐，不得高于井盖下边缘；
  - b) 井内衬与支管连接处应整齐，不得影响支管排水；
  - c) 检查井修复完成后，应对井内衬井口与管道接口和原检查井井壁之间采用热水固化树脂进行密封处理。
- 8.4.7 热水原位固化法修复施工中应对树脂存储温度、冷藏温度和时间，树脂用量，井内衬浸渍停留时间，膨胀压力、温度，固化温度、时间和压力，井内衬冷却温度、时间、压力等作施工记录。
- 8.4.8 紫外光固化贴片内衬修复施工现场应设置可靠的遮阳挡光措施，环境温度宜为 5℃～35℃，基材表面温度应高于露点 3℃以上，相对湿度应低于 85%。
- 8.4.9 基底若有凹坑、裂痕、孔洞及打磨不平整时，应使用腻子或快速水泥进行修补和找平。
- 8.4.10 底涂施工应在基面找平后进行，底涂施工应符合下列规定：
- a) 底涂施工应分为防水底涂施工和粘附底涂施工；
  - b) 在经过处理的基层表面，应均匀地涂刷底涂，不得有漏涂、流挂等缺陷；
  - c) 粘附底涂应在防水底涂表干后进行，用于提高贴片铺衬附着力。
- 8.4.11 片材裁剪应按检查井实际形状、尺寸确定，且应符合施工操作要求，片材每侧边缘均应留 50mm～100mm。
- 8.4.12 采用吊入方式将贴片置入原有检查井，吊入前应将贴片对卷，便于井下展开，捆扎应采取相应保护措施，避免捆扎处出现勒痕。
- 8.4.13 贴片铺衬应符合下列规定：
- a) 将裁剪完成的贴片铺衬面薄膜揭去，铺衬到基面上，然后均匀用力使贴片与底层完全紧密贴合，必须贴实，赶净气泡。
  - b) 当贴片出现小面积鼓泡时应采用专用工具戳出细孔，挤出空气，细孔处应揉压密实。
- 8.4.14 贴片材料搭接应符合下列规定：
- a) 当需先固化一部分片材时，必须预留与后续贴片的搭接位置，并应采用遮光铝膜保护，宽度宜为 50mm～100mm；
  - b) 片材与基面的搭接端部界面，搭接缝以及拐角和结构缝隙处应使用光固膏或额外的涂层进行整体密封处理。
- 8.4.15 贴片搭接应符合下列规定：
- a) 铺衬时，同层贴片的搭接宽度不应小于 50mm；上下两层贴片的接缝应错开，错开距离不得小于 50mm；阴阳角处应增加 1 层贴片；
  - b) 搭接时揭开搭接处上层薄膜，宽度应大于 50mm，将贴片搭接在一起，盖回上层薄膜并压紧，搭接处截面圆弧应平滑过渡，贴片搭接宽度应不小于 50mm；
  - c) 贴片与基面的搭接端部界面，搭接缝以及拐角和结构缝隙处应使用光固膏或额外的涂层进行整体密封处理；

- d) 铺衬时,上下层贴片的接缝应错开,错开距离不得小于 50mm;阴阳角处应增加 1 层贴片;
  - e) 当固化后的贴片仍需进行后续铺衬贴片或涂刷涂层时,在固化前应先将贴片上层薄膜缓慢揭开再进行固化。
- 8.4.16 贴片安装完成后应采用紫外光灯对贴片进行照射固化,并应符合下列规定:
- a) 紫外光灯照射强度应不小于  $20\text{mw}/\text{cm}^2$ ,频段范围应为 365~405nm,照射距离应为 200mm~500mm;
  - b) 应根据施工面积大小配备灯具;
  - c) 单层贴片固化时间宜为 5min~10min,双层贴片固化时间宜为 15min~20min,三层贴片固化时间宜为 25min~30min;
  - d) 施工层数为四层及以上时,应分层固化,防止底部贴片固化不良;
  - e) 当施工需要先固化部分已贴贴片时,必须预留与后续贴片的搭接位置,并应采用遮光铝膜保护,搭接宽度应不小于 50mm。
- 8.4.17 每铺衬一层前均应检查前一铺衬层的质量,每次固化后不应起壳或脱层,当有毛刺、脱层和气泡等缺陷时,应进行修补。
- 8.4.18 固化完成后井内衬井口及支管连接部应进行密封处理,并应符合下列规定:
- a) 井内衬井口应整齐,不得高于井盖下边缘;
  - b) 井内衬与支管连接处应整齐,不得影响支管排水;
  - c) 检查井修复完成后,应对井内衬井口、与管道接口、与原检查井井壁之间采用光固化密封胶进行密封处理。
- 8.4.19 贴片内衬法修复施工中应对贴片存储温度、时间,光照固化时间等作施工记录。

## 8.5 模筑法

- 8.5.1 模块拼装内衬法进场材料验收应符合下列规定:
- a) 所用材料应具有产品合格证、质量保证书、性能检测报告、使用说明书,并应符合设计要求;
  - b) 塑料模块型材的宽度、高度和壁厚的测定应符合 GB/T 8806 的有关规定,测定结果应满足产品说明书的要求。
- 8.5.2 模块拼装内衬法施工应符合下列规定:
- a) 应先置入内衬模块,无内衬模块时应置入止水圈;
  - b) 井筒位置应开井筒口;
  - c) 应焊接井筒并修去毛刺;
  - d) 无内衬管道时应用水泥 45°抹嵌两端;
  - e) 井筒间隙应缓慢注浆和水泥抹平。
- 8.5.3 当采用人工进入检查井内进行施工时,应符合进入有限空间作业要求,地面人员应保持同井下人员之间的联络。
- 8.5.4 模块置入检查井施工应符合下列规定:
- a) 模块进入检查井时不得对模块造成损伤;
  - b) 模块下井程中,管内人员不得站在运输物下方。
- 8.5.5 模块拼装施工应符合下列规定:
- a) 宜采用人工的方法在井内将模块材料拼装成一体;
  - b) 当模块之间采用螺栓连接时,应在连接部位注入与模块材料相匹配的密封胶或胶黏剂;
  - c) 模块拼装时应准确对槽,螺丝应拧紧且受力均匀;
  - d) 拧紧工具的紧固力矩应符合表 28 规定。

表 28 模块拼装法专用紧固力矩参数

| 设备名称     | 紧固力矩 (N·m) |
|----------|------------|
| 长螺栓用专用扳手 | 5~20       |
| 短螺栓用专用扳手 | 12~30      |

- 8.5.6 模块内衬法施工应对模块安装连接、密封胶或胶黏剂注入量进行记录和检验。
- 8.5.7 井内衬与原有管道间的环状空隙应进行密封处理，密封材料应与片状型材兼容。
- 8.5.8 模块连接完成后，注浆之前，应对检查井进行支护。
- 8.5.9 模块拼装完成后对井内衬与原有检查井之间填充砂浆应符合下列规定：
- a) 注浆时，注浆压力应随时根据现场情况进行调节，可根据材料的承载能力分次进行注浆，并且需对每次注浆进行制作试块试验；
  - b) 注浆泵应采用可调节流量的连续注浆设备；
  - c) 最终注浆阶段的注浆压力不应大于 0.02MPa，流量不应大于 15L/min；
  - d) 注浆完毕后，应按导流管中流出的砂浆比重确认注浆结束；
  - e) 注浆结束后，应对注浆口进行处理。
- 8.5.10 垫衬法施工时应测量检查井尺寸及管口位置，衬垫材料的尺寸应预留 5cm~10cm 的搭接量。
- 8.5.11 垫衬法施工时应逐块逐层拼装聚乙烯锚固板，锚固键应朝向井壁，拼装与焊接应同步进行。
- 8.5.12 垫衬法施工时焊接应采用挤出焊接。焊接部位应进行打磨除去氧化层，焊丝和焊接部位应保持干燥。
- 8.5.13 PE 锚固板下缘和管口边缘应采用水泥类封堵材料封堵严密。
- 8.5.14 施工模板应支护平整稳固，注浆时可分层逐级灌注。
- 8.5.15 注浆材料可选用细骨料和超细骨料。浆料应采用机械搅拌，注浆时可采用注浆管多点位注浆，封闭注浆应在高点增加排气孔。注浆可采用机械灌注或重力灌注，注浆材料应符合 GB/T 50448 或 JTG/T 3650 的相关要求。
- 8.5.16 模板拆除后检查内壁表面应平整，不得有鼓胀的现象，否则应进行补浆和修整。
- 8.5.17 板材边缘处与井壁和管道接口处应采用水泥砂浆做 45°抹口。
- 8.5.18 当使用水泥基聚合物模筑法施工前，井室基层表面处理效果应达到预处理要求；基层表面温度宜不小于 5℃，环境温度宜为 5℃~30℃，否则应采取有效的质量保证措施方能施工。
- 8.5.19 检查井底涂施工除符合 GB 50550 中的界面处理施工要求，还应符合下列规定：
- a) 底涂用界面剂宜与水泥基聚合物模筑修复材料相匹配；
  - b) 进入施工现场的底涂用界面剂和水泥基聚合物模筑修复材料在使用前应做匹配性实验，满足设计要求后方可使用。
- 8.5.20 配筋水泥基聚合物模筑修复材料结构体应满足结构安全性、刚度及局部稳定要求，且结构体厚度不应小于 40mm。
- 8.5.21 化学植筋、钢筋绑扎、钢筋搭接、锚固、钢筋保护层、钢筋接头位置和立模施工应符合 GB 50010 和 GB 50367 的要求，并应符合下列规定：
- a) 基面植筋的孔径和孔深应满足设计要求，植筋前应对钢筋进行除锈，除锈长度应大于植入孔径的钢筋长度；
  - b) 宜采用注浆胶管向孔径注入植筋胶，注胶量宜为孔深的 2/3，宜待植筋胶注入 12h 后进行钢筋焊接绑扎；
  - c) 模板安装应坚固、稳定，模板缝隙处宜采用泡沫胶密封，模板与钢筋的间距应大于 30mm。
- 8.5.22 施工用注浆管和排气管宜交叉安装，当竖向模板连续支设宽度超过 3m 时，宜每隔 3m 再平

行增加一排注浆孔。注浆管、排气管间距和注浆压力应满足设计要求。

8.5.23 原检查井室如有流槽结构,则在支模时应按照原检查井流槽结构形状和施工图进行流槽结构支模浇筑。

8.5.24 修复材料搅拌和浇注应符合下列规定:

- a) 修复材料搅拌时宜按设计水灰比或水固比加水搅拌,搅拌时间不宜少于 3min;拌制浆料不应超过 60min,严禁将超过适用期的浆料二次搅拌后再使用;
- b) 采用高压泵泵送工法压注水泥基聚合物模筑修复材料时,应分层逐级阶梯式压浆,并按施工要求控制注浆压力和注浆量;待顶部排气管溢出浆液后,应保持压力 3min~5min。

8.5.25 钢筋的直径、化学植筋钻孔深度应符合 GB 50367 和 GB50550 的有关规定,并应满足设计文件要求。

## 8.6 预制井法

8.6.1 非开挖修复采用预制内衬井修复法时,若有以下情况之一,应在进场时提供型式检验报告:

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定;
- b) 结构、材料、工艺有较大变动可能影响产品性能时;
- c) 产品停产一年以上恢复生产时;
- d) 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时;
- e) 一般每三年进行一次。

8.6.2 拆除顶部井座及井筒时,可先采用冲击钻在顶部定位,再使用挖掘机开挖,拆除井座及井筒直至露出井室。

8.6.3 拆除脚踏时,应先将气囊赛封堵检查井连管,人工进入检查井并用磨砂轮或切割机将所有脚踏拆除,拆除时应尽量贴和井壁,拆除后,突出部分不得高于表面 10mm~20mm,同时应拆除其他突出物。

8.6.4 拆除井底时,可采用人工用手持式冲击钻将井底挖开拆除,挖开深度应能满足后期安装要求。应清除所有异物和垃圾,清洗检查井,并用污水泵或吸污车将污水排出。

8.6.5 安装 PP 预制井井室时,应采用蒸汽塞将全部 PP 预制井内衬的进出口和原井的进出口相连,使蒸汽塞膨胀调节 PP 预制井内衬至水平位置,并用角铁固定。

8.6.6 注浆时,应采用漏斗式引流装置将快干水泥注入 PP 预制井内衬和原井之间的缝隙,缝隙不应小于 50mm,至浆液到达距离 PP 预制井内衬加强筋 10mm~30mm 处应停止注浆,待其凝固后可拆除蒸汽塞,移除固定角铁,并可恢复通水。

8.6.7 应在恢复通水后安装井筒,PP 预制井的井筒与井室之间可用过盈配合加胶水的方式固定或卡扣式固定并压实。

8.6.8 安装井座时,PP 预制井的井座与井筒之间可用过盈配合加胶水的方式固定或卡扣式固定并压实。

8.6.9 注浆时宜采用快干水泥,注入到 PP 预制井内衬和待修复检查井之间的空隙中,待其凝固后,应恢复检查井周围土建,并安装检查井盖。

## 8.7 原位更换法

8.7.1 当采用装配式或模块式预制井修复法时,若有以下情况之一,应在进场时提供型式检验报告:

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定;
- b) 结构、材料、工艺有较大变动可能影响产品性能时;
- c) 产品停产一年以上恢复生产时;
- d) 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时;

- e) 每三年应进行一次。
- 8.7.2 拆除顶部井座及井筒时，可先采用冲击钻在顶部定位，再使用挖掘机开挖，拆除井座及井筒直至露出井室。
- 8.7.3 拆除脚蹬时，应先将气囊赛封堵检查井连管，人工进入检查井并用磨砂轮或切割机将所有脚蹬拆除，拆除时应尽量贴和井壁，拆除后，突出部分不应高于表面 10mm~20mm，同时应拆除其他突出物。
- 8.7.4 拆除井底时，可采用人工用手持式冲击钻将井底挖开拆除，挖开深度应能满足后期安装要求。应清除所有异物和垃圾，清洗检查井，并用污水泵或吸污车将污水排出。
- 8.7.5 需要注浆时，宜采用漏斗式引流装置将快干水泥注入预制井内衬和原井之间的缝隙，缝隙不应小于 50mm，至浆液到达距离预制井内衬加强筋 10mm~30mm 处应停止注浆，待其凝固后可拆除蒸汽塞，移除固定角铁，并恢复通水。
- 8.7.6 应在恢复通水后安装井筒，预制井的井筒与井室之间可用过盈配合加胶水的方式固定或卡扣式固定并压实。
- 8.7.7 安装井座时，预制井的井座与井筒之间可用过盈配合加胶水的方式固定或卡扣式固定并压实。
- 8.7.8 注浆时宜采用快干水泥，注入到预制井内衬和待修复检查井之间的空隙中，待其凝固后恢复检查井周围土建，并安装检查井盖。
- 8.7.9 当采用原位更换法进行检查井修复时，应做好待修复检查井上下游管道及接入支管的封堵、导流，确保施工期间的安全；当待修复检查井连接主管管径 $\geq 800\text{mm}$ 时，应在来水管道上设置不少于 2 道的封堵措施，当待修复检查井连接主管管径 $\geq 1500\text{mm}$ 时，应采取浆砌块石或砖等措施进行封堵，墙体厚度结合管道来水量、流速及水位等经计算由设计确定。
- 8.7.10 塑料或球墨铸铁等成品检查井的施工应分别符合 GB/T 41048、GB/T 26081 中有关规定，并满足 GB 50268 的相关要求。

## 9 验收

### 9.1 一般规定

- 9.1.1 施工验收应由业主单位组织，设计、施工、监理单位应参加验收。
- 9.1.2 检查井非开挖修复工程的质量验收应符合 GB 50268、GB 50204、GB 50141 的有关规定。
- 9.1.3 修复工程的质量验收不合格时，应按下列规定处理：
- a) 经返工重做或更换内衬、型材等的验收批，应重新进行验收；
  - b) 对返工重做或更换的内衬、型材，经有相应资质的检测单位检测鉴定能够达到设计要求的验收批，可予以验收；
  - c) 经返修或加固处理的检查井，改变外形尺寸但仍能满足结构安全和使用功能要求，可予以验收。
- 9.1.4 通过返修或加固处理仍不能满足结构安全或使用功能要求的检查井，严禁通过验收。
- 9.1.5 检查井修复工程竣工验收资料主要包括下列内容：
- a) 竣工图纸和设计变更文件；
  - b) 材料出厂合格证明、性能检验报告和进场验收记录等；
  - c) 现场检测记录，现场取样检验报告；
  - d) 工程返工记录、质量事故处理记录文件；
  - e) 其他必要的文件和记录。
- 9.1.6 检查井非开挖修复工程应完善修复记录和存档管理，应建立修复前后的资料文档存档。

9.1.7 验收前应对修复后的检查井进行闭水试验，试验方法按 GB 50268 中无压管道闭水试验的要求执行。

## 9.2 喷涂法

### 9.2.1 主控项目

9.2.1.1 聚合物基材料喷涂法的质量验收应符合下列规定。

a) 喷涂层厚度不得小于设计壁厚。

检查方法：对照设计文件，用测厚仪或卡尺等测量；对于井室，每个井至少检测 3 个点，3 个点分别为顶部、侧墙和底部；取样处必须含接口。

检查数量：全部检查。

b) 材料喷涂法喷涂层与原有井体之间以及不同的喷涂层间应粘接牢固。

检验方法：全数观察，敲击管端硬化后的喷涂层应无空壳声。

检查数量：全部检查。

### 9.2.2 一般项目

9.2.2.1 修复后井内表面应平整，无明显湿渍、渗水，不得有滴漏、线漏等现象；管口与井壁结合严密。

检查方法：观察或潜望镜检查。

检验数量：全部检查。

9.2.2.2 修复后井口、管道接口、接缝处过渡平顺，喷涂层与原有井体过渡平缓。

检查方法：观察或潜望镜检查；检查施工记录、检测记录等。

检查数量：全部检查。

9.2.2.3 聚合物基喷涂材料涂层应连续、无漏涂，无空鼓、无剥落、无划伤、无龟裂、无异物。气泡直径不得大于 10mm，成膜材料每平方米内包含的气泡不得超过 5 个。

检验方法：观察或潜望镜检查。

9.2.2.4 检查数量：全部检查。

9.2.2.5 聚合物基材料喷涂法在阴角、阳角等的细部构造防水措施应符合设计要求。

检验方法：观察、检查隐蔽工程验收记录。

检查数量：全部检查。

9.2.2.6 检查井及井内施工应符合设计要求，并对井底、盖板与井室连接缝隙、井壁与管口连接处等重点部位进行观察，应无漏水现象。

检查方法：观察；对照设计文件和施工方案检查施工记录。

检查数量：全部检查。

## 9.3 喷筑法

### 9.3.1 主控项目

9.3.1.1 水泥基材料喷筑法和无机防腐砂浆喷涂法的质量验收应符合下列规定。

a) 喷涂层厚度不得小于设计壁厚。

检查方法：对照设计文件，用测厚仪或卡尺等测量。

检查数量：全部检查。

b) 材料喷涂法喷涂层与原有井体之间以及不同的喷涂层间应粘接牢固。

检验方法：全数观察，敲击管端硬化后的喷涂层应无空壳声。

检查数量：全部检查。

9.3.2 一般项目

9.3.2.1 修复后井内表面应平整，无明显湿渍、渗水，不得有滴漏、线漏等现象；管口与井壁应结合严密。

检查方法：观察或潜望镜检查。

检验数量：全部检查。

9.3.2.2 修复后井口、管道接口、接缝处过渡应平顺，喷涂层与原有井体过渡应平缓。

检查方法：观察或潜望镜检查；检查施工记录、检测记录等。

检查数量：全部检查。

9.3.2.3 检查井及井内施工应符合设计要求，并对井底、盖板与井室连接缝隙、井壁与管口连接处等重点部位进行观察，应无漏水现象。

检查方法：观察；对照设计文件和施工方案检查施工记录。

检查数量：全部检查。

9.4 原位固化法

9.4.1 主控项目

9.4.1.1 固化完成后，井内衬应按每 10 座井不少于 1 组（少于 10 座按 10 座计）或按设计要求进行现场取样。

9.4.1.2 样品送检应符合下列规定。

- a) 应由第三方进行检测，并出具检测报告。
- b) 每个样品应有样品说明单，样品说明单应包括下列信息：
  - 1) 内衬材料、尺寸、树脂类型、涂层情况、内衬生产商；
  - 2) 施工日期、采样日期；
  - 3) 采样位置、采样方法；
  - 4) 测试委托方、施工方签字确认。

9.4.1.3 样品板宜在内衬井井口取样或现场制作，样品板尺寸应符合表 29 的规定。

表 29 试样品板尺寸

| 测试项目   | 测试指标   | 取样要求                                             | 样块数量 |
|--------|--------|--------------------------------------------------|------|
| 三点弯曲测试 | 抗弯强度   | 施工现场采集样块尺寸：<br>$e_n < 10\text{mm}$ : 250mm*200mm | 1    |
|        | 短期弯曲模量 |                                                  |      |
| 厚度测试   | 平均厚度   | $e_n \geq 10\text{mm}$ : 400mm*200mm             | 1    |
| 拉伸试验   | 抗拉强度   | 施工现场采集样块尺寸：<br>(圆周向切线长度×轴向长度)<br>200mm×300mm     |      |

注：1.  $e_n$ 为设计厚度。2. 取样要求为最小取样尺寸。

9.4.1.4 现场井内衬的壁厚检验应按表 30 进行内衬检测，并应符合 GB/T 8806 的规定。固化后井内衬的壁厚不得小于设计值，平均壁厚不得大于设计值的 20%。

检查方法：对照设计文件用测厚仪、卡尺等量测，检查样品板检验记录并填入施工记录表。

检查数量：应量测检查井与管道连接处处切割断面，每个断面测环向均匀至少 6 点，取平均值为该断面的代表值（平均壁厚）。

表 30 内衬检测

| 测试项目                | 测试指标   | 单位  | 技术要求                         | 测试方法        |
|---------------------|--------|-----|------------------------------|-------------|
| 三点弯曲测试              | 抗弯强度   | MPa | 设计要求                         | T/CECS 717  |
|                     | 短期弯曲模量 |     |                              |             |
| 厚度测试                | 平均厚度   | mm  | 不小于设计值，单个样品测试值与平均厚度值偏差不大于10% | GB/T 8806   |
| 拉伸试验                | 抗拉强度   | MPa | 设计要求                         | GB/T 1040.2 |
| 注：平均厚度不包括非结构性内外膜厚度。 |        |     |                              |             |

9.4.2 一般项目

9.4.2.1 修复后的检查井内表面质量应符合下列规定：

- a) 井内衬应与原井内壁紧密贴合，不得有明显凸起、凹陷、错台、空鼓等现象；
- b) 井内衬表面应光洁、平整，无划伤、裂纹、磨损、孔洞、气泡、干斑、脱皮、分层、杂质和软弱带等影响管道使用的缺陷；检查井不得有渗水现象；
- c) 井内衬褶皱应满足设计要求，当设计无要求时，最大褶皱宽度不应超过 10mm，且长度不应超过 500mm。

检查方法：观察或检查施工记录、潜望镜检测记录等。

检查数量：全部检查。

9.4.2.2 修复后检查井线形应平顺，折变或错台处过渡应平顺；环向断面圆弧应饱满。

检查方法：观察或检查施工记录、潜望镜检测记录等。

检查数量：全部检查。

9.4.2.3 井内衬端口和主管管处应切割整齐，连接处密封处理应符合设计要求，且应密封良好、饱满密实，应无渗漏水现象。

检查方法：观察或潜望镜辅助检查；或检查施工记录、潜望镜检测记录等。

检查数量：全部检查。

9.5 模筑法

9.5.1 主控项目

9.5.1.1 模筑法的主要进场型材、原材料应符合本规程第 6.2.19 条～第 6.2.28 条的有关规定，产品合格证、质量保证书、出厂检验报告应检查合格，材料的外观检查、抽样检测、进场复检应合格。

检查方法：对照本规程第 6.2.19 条～第 6.2.28 条检查。

检查数量：全部检查。

9.5.1.2 模块拼装内衬法、垫衬法的质量检验应符合下列规定：

- a) 同一座检查井应采用相同材质的部件，部件不得存在裂缝、漏洞、外来夹杂物、变形或其他损伤缺陷；

检查方法：观察。

检查数量：全部检查。

- b) 注浆的质量检验应符合本规程第 8.5.9 条、第 8.5.15 条 的规定。

检查方法：对照本规程第 8.5.9 条、第8.5.15 条检查。

检查数量：全部检查。

9.5.1.3 水泥基聚合物模筑法的质量检验应符合下列规定。

- a) 主要修复材料应符合本规程第 6.2.27 条的规定，产品合格证、质量保证书、材料性能检测报告应检查合格，抽样复检合格。  
检查方法：对照本规程第 6.2.27 条检查。  
检查数量：全部检查。
- b) 钢筋的直径、化学植筋钻孔深度应符合设计文件要求。  
检查方法：对照设计文件，检查施工记录。  
检查数量：全部检查。
- c) 基面处理、钢筋除锈、界面剂喷涂、化学植筋、钢筋绑扎应符合本规程第 8.5.21 条～第 8.5.25 条的有关规定和设计文件要求。  
检查方法：对照设计文件，按本规程第 8.5.21 条～第 8.5.25 条的规定进行全部检查，检查施工记录和验收记录。  
检查数量：全部检查。
- d) 喷筑的厚度不得小于设计壁厚。  
检查方法：对照设计文件用测厚仪或卡尺等测量。  
检查数量：全部检查。

## 9.5.2 一般项目

9.5.2.1 修复检查井内壁应光洁、平整、线性、无明显突起；接口、接缝应平顺，新旧井内壁过渡应平缓。

检查方法：观察，潜望镜检查。

检查数量：全部检查。

9.5.2.2 井内衬与原有井之间的环状间隙注浆充填时，注浆固结体应充满间隙，应无松散、空洞、溢出等现象；井口及管道接口的间隙密封处理应符合设计要求。

检查方法：观察；对照设计文件和施工方案，检查施工记录、注浆记录等。

检查数量：全部检查

## 9.6 预制井法

### 9.6.1 主控项目

9.6.1.1 预制内衬井修复法的质量检验应符合下列规定。

- a) 内衬应进行出厂检验，检验项目应包括外观、颜色、规格尺寸、轴向荷载、抗冲击性能，并应符合 GB/T 41048 的相关要求。

检查方法：对照设计文件，按 GB/T 41048 的规定进行检验。

检查数量：按同一原料、同一配方和同一工艺条件下生产的同一规格 PP 预制井内衬为一批，每批不大于 200 件，在该批次中随机抽取 2 件样品进行检验。

- b) 型式检验的项目应包括外观、颜色、规格尺寸、结构完整性、轴向荷载、维卡软化温度、抗冲击性能、抗剪切、井座与管材连接的密封性、井座与井筒连接的密封性、井筒与附属部件连接的水密性、偏置收口水密性、偏置收口承载能力、近地面部件承载能力、承载力（踏步）、水平拉力（踏步）。

检查方法：对照设计文件，按 GB/T 41048 的规定进行检验。

检查数量：按同一原料、同一配方和同一工艺条件下生产的同一规格 PP 预制井内衬为一批，每批不大于 200 件，在该批次中随机抽取 2 件样品进行检验。

- c) 所检项目全部符合要求时,可判该批产品合格。若有一项不符合要求时时,应从原批次中随机抽取双倍样品对该项进行复验。如复验仍不合格,则应判该批产品不合格。

## 9.6.2 一般项目

9.6.2.1 修复检查井内壁应光洁、平整、线性、无明显突起;接口、接缝应平顺,新旧井内壁过渡应平缓。

检查方法:观察,潜望镜检查。

检查数量:全部检查。

9.6.2.2 井内衬与原有井之间的环状间隙注浆充填时,注浆固结体应充满间隙,应无松散、空洞、溢出等现象;井口及管道接口的间隙密封处理应符合设计要求。

检查方法:观察;对照设计文件和施工方案,检查施工记录、注浆记录等。

检查数量:全部检查。

## 9.7 原位更换法

### 9.7.1 主控项目

9.7.1.1 进场的模块及材料的质量检验应符合下列规定:

- a) 应分别对不同生产批次的模块进行抽样检测。样品应由符合资质的检测单位进行检测,并提供检测结果报告。

检查方法:性能检测。

检查数量:每一批次抽取3块。

- b) 同一施工段应采用相同材质的部件,部件不得存在裂缝、漏洞、外来夹杂物、变形或其他损伤缺陷。

检查方法:观察

检查数量:全数检查

9.7.1.2 注浆质量检验应符合下列规定:

检查方法:应对填充砂浆进行现场测试30min截锥流动度并取样做抗压强度测试。

检查数量:每10m<sup>3</sup>取一组样。

9.7.1.3 进场的塑料或球墨铸铁等成品检查井质量检验应符合下列规定:

检验项目应包括外观、颜色、规格尺寸、轴向荷载、抗冲击性能,并应分别符合GB/T 41048以及GB/T 26081中有关规定的相关要求。

检查方法:对照设计文件,按GB/T 41048以及GB/T 26081中的规定进行检验。

### 9.7.2 一般项目

9.7.2.1 每片模块或材料需要有清晰的标记,标记应该包括生产商的名称、商标、产品编号、产地、生产日期和材料等级等。

9.7.3 修复后检查井内壁不得出现鼓包,漏浆等外观缺陷,浆液应充满,无空洞。

9.7.3.1 检验方法:采用 QV 检测或人员进入井内目测检查

检查数量:全数检查。

9.7.4 所使用的粘结剂和密封剂应与 PVC 复合材料之间拼接工艺相匹配。

## 9.8 密闭性试验

9.8.1 检查井修复完成后,可结合管道修复进行密闭性检验,检验宜采用闭水试验。

9.8.2 闭水试验除应符合本标准要求外,还应符合 GB50268 以及 DB4201/T 649 等标准规范的有关规定。

9.8.3 闭水试验应满足下列要求:

- a) 检查井闭水试验合格的判定依据应为允许渗水量值;
- b) 局部修复检查井可不进行闭水试验;
- c) 采用原位固化法修复时,内衬安装完成并冷却到周围土体温度后,方可进行功能性试验。

9.8.4 闭水试验用水宜使用自来水或河水,应做好水源的引接、排放方案。

9.8.5 闭水试验应按检查井间距分段进行,每段试验长度不宜超过 5 个连续井段。

9.8.6 闭水试验水头设计应符合下列规定:

- a) 试验段上游设计水头不超过管顶内壁时,试验水头应以试验段上游管顶内壁加 2m 计;
- b) 试验段上游设计水头超过管顶内壁时,试验水头应以试验段上游设计水头加 2m 计;
- c) 计算试验水头小于 10m,但已超过上游检查井井口时,试验水头应以检查井井口高度为准。

9.8.7 闭水试验应采用补水法进行,试验程序应符合 GB50268 的有关规定。判定闭水试验合格的依据应为实测渗水量不大于允许渗水量,允许渗水量可按下列公式计算:

$$Q_s = 0.0046 \cdot D_j \quad (2)$$

式中:  $Q_s$ ——允许渗水量( $m^3/24h \cdot km$ );

$D_j$ ——试验检查井连出最小管道内径(mm)。

9.8.8 当现场试验用水较困难或不具备闭水试验条件时,可采用闭气试验进行密闭性检验,试验程序及相关要求应符合 GB50268 以及 DB4201/T 649 等标准规范的有关规定。

## 10 安全与环境保护

10.1 检查井非开挖修复施工应根据采用的工艺工法、现场条件及相关规定,制定安全防护及保护环境所需的预防措施。施工现场安全管理与环境保护应符合 CJJ6、CJJ68 以及武汉市环境保护相关要求。

10.2 检查井非开挖修复施工前的准备工作应符合下列规定:

- a) 施工前应进行现场勘查和安全评估,确保在非开挖修复过程中不会影响周围的管道、地下设施及临近建筑等,同时要应兼顾现场存在的施工安全隐患;
- b) 施工前应制定详细的紧急救援预案,确保在紧急情况下能够及时采取有效的救援措施;
- c) 施工前应将在施工影响范围内的排水管网中的水排空,以避免施工过程中发生意外;
- d) 施工现场应在显著位置公告工程中的危大工程分项的项目名称、施工时间、施工具体责任人并设置安全警示标志;
- e) 工程技术负责人应向现场施工作业人员进行方案交底,现场管理人员向施工作业人员进行安全交底,项目安全员、施工作业人员双方共同签字确认;
- f) 确定现场作业区域,设置警示标志和隔离栏杆,确保现场人员的安全。

10.3 施工单位应在施工现场建立健全安全管理体系和安全生产责任制,并遵守有关施工安全、劳动保护等法律法规,确保施工安全。

10.4 检查井非开挖修复施工中应减少局部开挖的次数、面积等,井下作业、拆封管堵作业、水下作业、闭水(气)试验、施工用电(火)等风险性较高的施工作业,应制定相应的安全技术专项施工作业方案并符合安全生产条件规定后方可施工。

10.5 在路面作业时,作业人员应穿戴配有反光标志的安全警示服并正确佩戴和使用劳动防护用品,未按规定穿戴警示服及佩戴和使用劳动防护用品的人员不得上岗作业,作业区域内应采取设置安全警示标

志等防护措施；夜间作业时，应在区域周边明显处设置警示灯，作业完毕应及时清除障碍物；作业现场严禁吸烟，未经许可严禁动用明火。

10.6 井下作业人员必须经过专业安全技术培训、考核，具备下井作业资格，并应掌握人工急救技能和防护用具、照明、通信设备的使用方法，施工单位应为下井作业人员建立个人培训档案。

10.7 井下作业前，施工单位必须检测管道内有害气体，井下有害气体浓度必须符合 CJJ6 的规定；施工过程中应开启作业井及其上、下游井盖进行自然通风，且通风时间不应小于 30 min。当自然通风，井下气体浓度仍不符合要求时，应进行机械通风。

10.8 在施工过程中，要保持现场的通风和排气，避免施工人员中毒或窒息；涉及有限空间作业应严格按照 CJJ6、CJJ68 以及应急管理部第 13 号令等相关规定执行。

10.9 检查井非开挖修复施工宜在 22:00 至次日凌晨 6:00 期间进行施工，严禁未经审批或备案的夜间施工；获准的夜间施工，在离噪声敏感建筑物 10 m 半径内边界处噪声源应小于 55dB，10 m 半径外边界处噪声源应小于 60dB。

10.10 施工阶段不宜采用产生噪声、烟雾、灰尘等超标的工作设备，在施工现场严禁露天敞开堆放易扬尘的施工材料；在施工现场切割、加工易扬尘的施工材料时应采取有效的防尘措施；固化树脂材料等宜采用不产生刺激性气味的新型环保材料；施工现场产生的垃圾、废料应由专人管理并按环保要求及规定处理，不得擅自倾倒或排放。

10.11 施工现场内的灯光或电焊弧光不得直射行人和车辆通行道路，严禁施工现场夜间照明灯光、电焊弧光直射敏感建筑物，因施工设施设备遮挡路灯照明时应在受影响的一侧增设照明灯。

10.12 施工完毕后应对检查井内部和施工区域的废弃物和废水进行收集并处理，防止造成二次污染。

10.13 非开挖修复工程危大工程分项发生险情和事故时，施工单位应立即组织救援并及时上报建设主管部门，建设、勘察、设计、监理等单位应参与施工单位进行抢险救援。救援结束建设单位、勘察、设计、监理、施工单位制定工程恢复方案，对抢险工作进行后评估，按照安全生产法规报经政府相关部门批准。

附录 A  
(规范性)  
检查井内衬设计计算方法

A.1 检查井内衬外力破坏主要来自地下水围压作用和交通荷载，对于运行已久的检查井，其周围土体已充分压实和固结，对内衬不会产生额外的侧向土压力；但地下水渗入是导致旧井结构破坏的主因，要求内衬能够完全承受外部的地下水压力且不发生渗漏。侧向土压力、静水压力或二者的组合作用在检查井垂向上产生轴对称荷载，对于刚性内衬造成的破坏形式表现为压碎，如图 A.1。

研究表明，交通荷载的影响深度主要集中在地表以下 1m 范围内，当有人工路面构造时，交通荷载的扩散方式会发生明显变化，对检查井的侧向压力会大幅减小。图 A.2 显示的是四种不同形式路面构造对交通荷载的影响，分别为混凝土路面、沥青路面、碎石路面及原状土体，路面构造及其下部土体的弹性模量比值分别为：100、50、10、1；应力曲线表明：路面刚性越大，交通荷载产生的侧向力和影响深度越小，有混凝土或沥青路面时，路面底部压应力远小于普通地基承载力；在有路面构造的情况下，大多数破坏集中在井圈周围。

检查井修复项目的特点是：数量多、位置分散、单个井工程体量小，在实际操作过程中，要将每口井的实际情况完全调查清楚，并对每口井进行单独设计可行性差。在设计过程中，对很多参数的选取进行了简化处理；如设计时通常假设液位高度与井深度相等，内衬完全承担地下水压力；理论上对于检查井不同深度部位计算出的内衬厚度是不一样的，越靠上部内衬厚度理论值越小，但是从实际操作可行性角度来说，很难做到，因此内衬厚度设计值是按照最深部位的计算值作为全井的设计厚度；考虑到绝大多数受交通影响的检查井都位于硬化路面以下，交通荷载的影响深度非常有限，且实际地下水位深度也不可能到井口，所以采用最底部计算厚度作为内衬厚度，在检查井上部受交通影响区域是足够的，因此设计上通常不再校核交通荷载。

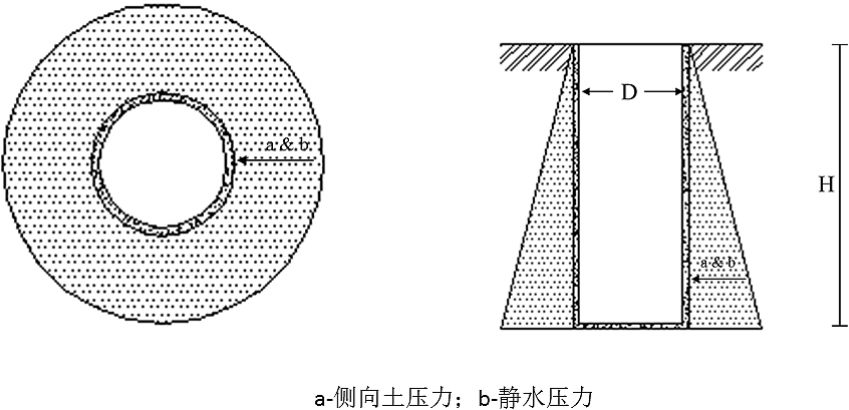


图 A.1 侧向土压力和静水压力形成的轴对称荷载

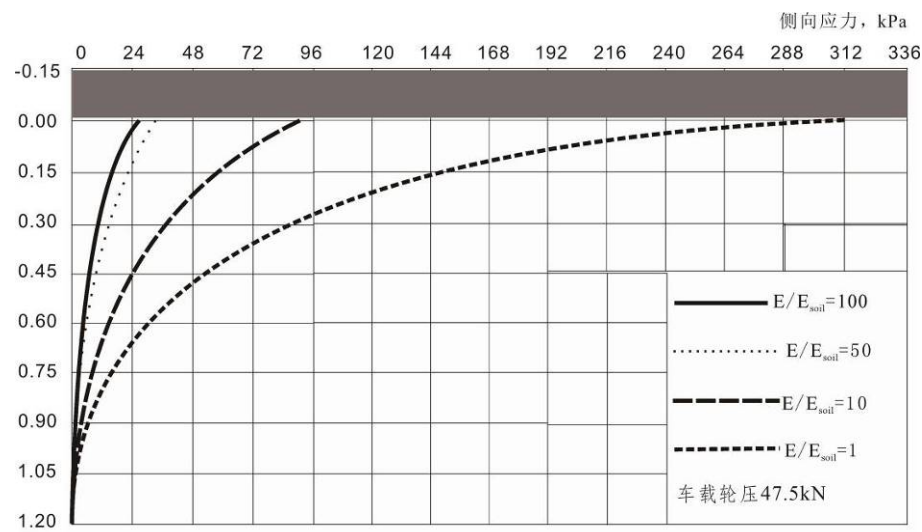


图 A. 2 不同路面构造对交通荷载传递的影响

A. 2 从公式可以看出，在确定内衬抵抗环向压力时，仅需要知道内衬材料的弹性模量，而抗折强度和抗压强度则用于确定内衬的短期和长期稳定性。

附 录 B  
(资料性)  
检查井预处理检查表

检查井预处理检查表见表B. 1。

表 B. 1 检查井预处理检查表

|      |                            |                                                         |  |              |      |
|------|----------------------------|---------------------------------------------------------|--|--------------|------|
| 工程名称 |                            | 施工路段                                                    |  | 施工井          |      |
| 施工单位 |                            | 施工员                                                     |  | 质量员          |      |
| 序号   | 预处理检验项目                    |                                                         |  | 施工单元<br>检查评定 | 验收意见 |
| 1    | 预处理后检查井结构符合修复工艺要求          |                                                         |  |              |      |
| 2    | 检查井内壁和井底无影响修复施工工艺的缺陷       |                                                         |  |              |      |
| 3    | 主体注浆处理时，检查井外部土体加固质量满足设计要求  |                                                         |  |              |      |
| 4    | 检查井内清理满足后续处理工艺施工要求         |                                                         |  |              |      |
| 5    | 不得对井室、管道造成损伤，不得对周边土体造成明显扰动 |                                                         |  |              |      |
| 6    | 流槽（如有）平顺，满足过流要求，外观不得有裂缝、破损 |                                                         |  |              |      |
|      |                            |                                                         |  |              |      |
|      |                            |                                                         |  |              |      |
| 验收单位 | 施工单位<br>(盖章)               | 技术负责人：                  项目经理：                  日期：      |  |              |      |
|      | 设计单位<br>(盖章)               | 设计（专业）负责人：                  项目负责人：                  日期： |  |              |      |
|      | 监理单位<br>(盖章)               | 现场监理：                  专业监理工程师：                  日期：    |  |              |      |
|      | 建设单位<br>(盖章)               | 建设方代表：                  日期：                             |  |              |      |

武汉市地方标准

DB4201/T 725—2024

武汉市排水检查井非开挖修复技术规程

条文说明

# 武汉市排水检查井非开挖修复技术规程

## 条文说明

### 1 范围

1.1 城市排水管网系统中，排水检查井作为整个管网系统中连接管道内外的重要设施之一，对城市排水管网系统的正常运行、日常管理和安全维护等十分重要。当前，我国城市排水检查井在运维过程中投入少、技术落后、运行工况差，存在严重的结构病害、漏损及损坏等问题，直接影响排水系统运行安全和输送效率，本规程作为武汉市首部排水检查井非开挖修复技术标准，其编制意义重大，且具有重要的行业指导和工程实践价值。

1.2 本规程适用范围为排水检查井的相关工程内容，包括雨水管道检查井、污水管道检查井及合流管道检查井。

1.3 排水检查井非开挖修复设计、材料、施工和验收尚应该按照 GB 50014、CJJ/T 210、CJJ 181、GB 50268 及 GB 50332 等标准的有关规定执行。

### 3 术语和定义、符号

3.1.1 本规程仅适用于 GB 50014 中定义的检查井。

3.1.15 热水原位固化法是按照检查井的构造和尺寸，设计加工内衬材料并浸渍树脂，并安装到原有检查井内，利用压缩空气将内衬材料膨胀紧贴于原检查井内壁，采用温水循环加热系统使材料固化，在原有检查井内形成井内衬。

3.1.16 紫外光贴片内衬法是按照检查井的构造和尺寸裁剪预制贴片，拼贴安装到原有检查井内，通过紫外光照射固化形成检查井内衬，多层黏贴可以增强结构强度，是快速修复检查井的新技术。

3.1.21 通过三维扫描后的预制内衬，可保证井内衬与原井内壁外形契合。

### 5 检测与评估

#### 5.1 检测井检测

5.1.4 目前传统的检测方法包括电视检测、声呐检测、管道潜望镜检测等，也可采用红外线检测、探地雷达检测等前瞻性的方法。

#### 5.2 检测井评估

5.2.1 本规程基于井座、井筒、井室各个部分缺陷类型及损坏的严重性不同，将其分别评估，再根据评估结果分别修复。

5.2.2 检查井井座的损坏类型比较明显，可以通过表面破损的严重程度进行评估，评估信息课为后续的详细评估提供基础信息。

### 6 设计

#### 6.2 一般规定

6.2.1 非开挖修复材料的性能是确保工程质量的重点,因此要求所用材料具有相应的合格证书、性能检测报告和使用说明书,另如工程项目有其他特殊需求,并进行了相关设计,材料也应符合设计文件要求。

6.2.3 标识一般包括生产商的名称或商标、产品编号、产地、生产设备、生产日期、型号、材料等级和生产产品所依据的规范名称等详细信息。

6.2.5 为保证内衬或型材在运输存储过程中不产生机械损伤或不超过 10%壁厚的划痕等损伤,特制定本条。

6.2.7 为避免因现场随意添加造成内衬材料的波动,同时保证施工的便捷性,内衬材料必须是工厂标准化生产的成品材料,且材料内已按设计的配方加入了所需的各种添加剂,在现场仅需与一定比例的清水充分搅拌即可使用。

6.2.8 聚合物基材料包括聚氨酯、改性聚脲等,喷涂材料和基体的粘结强度决定于材料本身的性能,喷涂工艺,基体表面处理等因素,对于特殊腐蚀性介质,建议根据工程要求做专项耐腐蚀性测试。

6.2.11 无机防腐砂浆分为Ⅰ型-普通型和Ⅱ型-高强型,需根据工程设计文件确定采用的材料类型。

6.2.12 热水原位固化法使用的井内衬由单层或多层聚酯纤维无纺布及外膜组成,作为内衬的骨架。聚酯纤维无纺布学名聚酯纤维非织造布,俗称聚酯纤维毡。

6.2.13 树脂应按照推荐的升温曲线进行固化,一定不要直接从冷水加热到 80°,防止引起树脂局部爆聚。

为防止树脂提前固化,树脂混合后需及时浸渍。树脂应注入抽成真空状态的软管中进行浸渍,并通过一些相隔一定间距的滚轴碾压,通过调节滚轴的间距来确保树脂均匀分布并使软管全部浸渍树脂,避免软管出现干斑或气泡等不完全浸渍等现象。

由于树脂的聚合、热胀冷缩以及在翻转过程中会被挤向原有检查井的接头和裂缝等位置,因此树脂的用量应该比理论用量多 5%-15%。

本条所规定的弯曲强度、弯曲模量数值考虑了目前行业内大多数材料生产企业的产品所能达到的性能。

6.2.27 检查井修复用水泥基聚合物模筑修复材料,按聚合物材料的状态分为干分类和乳液类。水泥基聚合物模筑修复材料中采用的聚合物材料,应有成功的应用经验(如改性环氧、改性丙烯酸酯、丁苯、氯丁等),不得使用耐水性差的水溶性聚合物(如聚乙烯醇等),禁止采用可能加速钢筋锈蚀的氯偏乳液、显著影响耐久性能的苯丙乳液等以及对人体健康有危害的其他聚合物。水泥基聚合物模筑修复材料粘结性能和耐久性能试验在 80℃下完成。尽管如此,本技术规程还是将它们的长期使用环境温度定为 60℃。因为在这个温控条件下,聚合物不会出现热变形问题。

最大骨料粒径参见 JGJ55 混凝土配合比设计中相关指标:从钢筋混凝土结构设计角度,骨料最大粒径不大于结构截面的 1/4,对于实心板,不宜大于板厚的 1/2,且不大于 50mm。高强混凝土的最大粒径不宜大于 15mm。本材料结构厚度是 40mm,因此从结构均匀性角度,最大粒径不宜大于 12mm。

### 6.3 修复方法选择

6.3.1、6.3.2 本条规定井筒与井室需分别进行评估,由于井室被破坏的严重性要高于井筒,因此即使评估井筒和井室得到同样的缺陷类型和等级的情况下,井室修复的技术分类级别也有可能高于井筒。

6.3.3 水泥基聚合物模筑法和预制内衬井修复法为保证独立的结构强度,则需要井内浇筑或预制内衬注浆,修复后内壁厚度较大,缩径幅度大,为避免修复后的井室无法进入检修,因此不适用井筒及较小的井室修复。

由于评估为应采用第Ⅲ类修复分类的情况时,检查井损坏比较严重,故本规程仅规定可采用水泥基聚合物模筑法和预制内衬井修复法能作为第Ⅲ类修复分类,两者均可独立承担结构强度,不受限于原井的结构损伤情况。

预制内衬井修复法的内衬形状为圆形,若用于修复其他形状的井室时则会导致内衬与原井间的边界留有大量空隙不贴合,因此仅适用于圆形井。

垫衬法带水修复最大水深为 300mm。

## 7 预处理

### 7.1 一般规定

7.1.1 检查井内影响内衬施工的障碍物都要清除干净，障碍物包括污泥、垃圾、油脂等。另需根据所用工法是否可带水作业的要求清除积水。

7.1.2 内衬只能解决井内部问题，并对原有结构有一定程度的加固和补强作业，如果检查井外出现空洞或者基础薄弱，仅靠内衬没办法解决全部问题；因此修复不光要解决内部问题，外部基础问题同样不容忽视。井周空洞的情况下，避免周围土体塌陷造成安全隐患，需先对其空洞位置进行注浆充填处理。

7.1.4 检查井内部具体尺寸测量可以准确得出非开挖修复材料的使用工程量，作为设计、施工、竣工验收的重要数据指标。如采用预制内衬井修复法，设计之前对检查井内部进行三维扫描，以确保 PP 预制检查井的进出口与原检查井的进出口在数量和位置上吻合。

### 7.2 检查井清洗

7.2.2 高压水射流清洗过程中与井壁损坏相关的因素除水压力之外还有水量、喷头和井壁的距离、喷头的数量、大小、喷出角度。这些参数的选择需根据井体材质、结构条件及清洗程度来选取。喷射角度一般为  $15^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 。一般建议冲洗机压力不低于 15Mpa，应将检查井表面和井底的劣质混凝土和腐蚀层冲洗掉，直至露出有效结构层。

清洗腐蚀严重的井壁时，需先采用低压水流试喷，待压力确定后，再对整个井壁进行清洗。对井壁已发生塌陷或空洞处，不得用高压水流冲洗暴露的土体，防止出现水土流失导致坍塌。

### 7.3 封堵及导流

7.3.5 基于部分工艺可带水修复，因此需要根据工艺特点排空井室内的水或部分保留，另外需要评估上游管道过流能力，设计临时排水设施规模。

### 7.4 土体注浆

7.4.1 注浆材料的干混料组成材料中包含水泥、矿物掺合料、砂和各种外加剂，使用时，水固比因干喂料的组成和配合比不同，加水量（或水固比）有差异。注浆材料的水固比可根据管道渗漏情况、漏水处缝隙大小等情况进行调整。现场配制时，为了加快凝结速率并提高早期强度，宜掺加占水泥用量 0.5%~3.0%的水玻璃。对于漏水量大的井室，宜采用亲水性双组份高分子注浆材料，使用注浆针，采用加压注浆方式。

### 7.6 内壁处理

7.6.3 喷筑法的无机防腐砂浆喷涂法和水泥基材料喷筑法要求表面湿润，利于喷涂材料与原井壁结合，而喷涂法的有机聚合物基材料喷涂法则由于材料的疏水性，其要求井壁表面干燥，否则不易贴合。

## 8 施工

### 8.2 喷涂法

8.2.3 根据管道截面尺寸规格，建议通风机流量( $\text{m}^3/\text{h}$ ) $>4500$ ，鼓风机采用吸风外排模式，井下喷枪操作人员应佩戴防护用品，避免与材料直接接触。

### 8.3 喷筑法

8.3.3、8.3.4 一般可一次或分多次喷涂到设计厚度，每次喷涂厚度小于 5mm；采用多次喷涂或厚度超过 20mm 时，第一次喷涂层和井壁表面结构层应完全贴合紧密，保证粘合力，喷涂后不需要抹面，为第 2 次喷涂提供一个粗糙的结合面层。如果在第 1 次喷涂后发现新增漏水点，应先继续进行注浆堵漏作业，达到不漏水或者无明水渗漏条件再继续喷涂。最后一次喷涂与上一次喷涂时间间隔应大于 12

小时，且应边喷涂边同步收光抹面，收光抹面工序应在喷涂完成 5-10 分钟内完成，同一部位不宜反复抹压。

8.4 原位固化法

8.4.1 膨胀可采用气压或水压，压力一般为 0.045MPa 到 0.055MPa。

8.4.2 当用压缩空气进行翻转时，应防止高压空气对施工人员造成伤害。

8.4.3 固化完成后可通过向井内衬内注入常温水或压缩空气替换井内的蒸汽或热水将井内衬内的温度冷却到一定的温度下，热水固化应为 38℃，蒸汽固化应为 45℃。

8.4.7 井内衬与原有井壁间的间隙应填充密实，特别是方形检查井的阴角处等不能完全膨胀的地方均应注浆填充密实。

8.4.9 防水底涂一般采用A，B组分，混合后，采用手动或电动搅拌至均匀无色差。

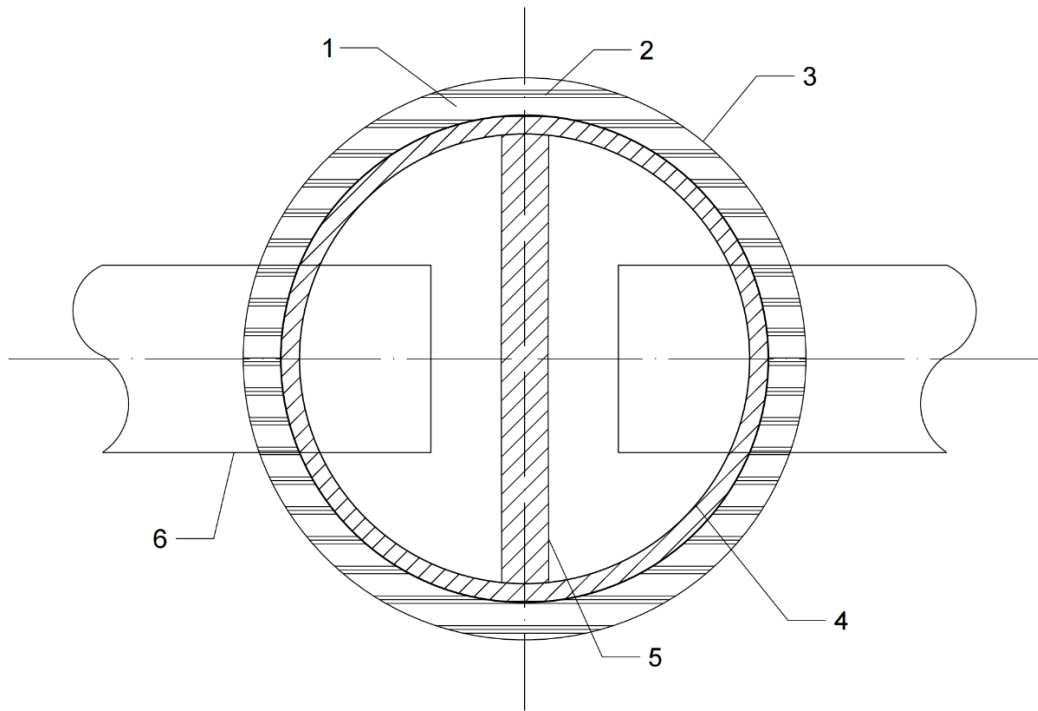
8.4.14 相邻片间的搭接口应错开，多重搭接时，采用品字型接口，严禁出现十字型搭接。

8.4.15 贴片固化时间与固化灯具的功率及照射距离有关，灯具功率越大，距离越近，固化时间越短，反之越长。

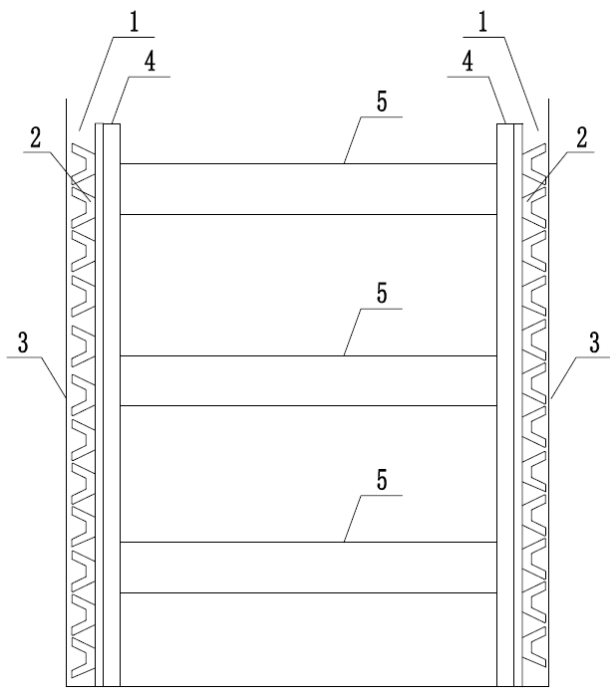
8.5 模筑法

8.5.10 异形井底采用相应的模板，根据测量尺寸裁切 PE 板材，井底 PE 板材为圆形裁切尺寸，井壁 PE 板材宽度为板材实际宽度，长度为井壁的周长。

8.5.14 施工模板可参考图 8.5.14，注浆时可分层逐级灌注。



(a) 平面图



(b) 剖面图

1—注浆口；2—PE 锚固板；3—井壁；4—木模板；5—木支撑；6—管道

图 8.5.14 施工模板支撑示意图

- 8.5.18 当环境温度高于 30℃时，需通过降低水温的方式，保证搅拌好的浆料温度不高于 30℃，避免浆料水分过快蒸发或浆料过快凝固；当环境温度低于 5℃时，需应避免施工或采取措施以确保喷筑好的内衬发生缓凝甚至不凝现象。
- 8.5.21 将钢筋插入孔径并旋转向前推进，确保钢筋和植筋胶充分的结合，植好钢筋后不可扰动，待植筋胶养护固结后才可以进行钢筋焊接绑扎，一般在 12h 左右，钢筋焊接时需采取保护措施，防止植筋胶高温受损。
- 8.5.22 注浆管建议安装在上部模板距离井底 1.5 米处，排气管安装在距离上部模板 0.2 米处；每隔 3 米安装 1 根注浆管和 1 根排气管。若竖向模板连续支设高度超过 1.5m 时，需从下至上每增加 1.5m，在模板上安装一个注浆孔，并采用分层逐级阶梯式模注，防止胀模、跑模、爆模。
- 8.5.24 模注压浆时保持施工场地通风畅通，照明充足，采用高压泵送设备压注水泥基聚合物模筑修复材料时，采取分层逐级阶梯式压浆，按施工要求严格控制注浆压力和注浆量，防止水泥基聚合物模筑修复材料从封缝层以及粘结处流出；待顶部排气管溢出浆液，保持压力 3min~5min，即可停止泵送注浆并迅速转移到下一个注浆管注浆。